

# Antiblockiersysteme für Personenwagen

Die vorliegende Broschüre wurde  
exklusiv für die Bosch-Dienste gefertigt  
im Auftrag der  
ROBERT BOSCH GMBH  
STUTTGART

© J. Pfyl Ing. HTL  
Ingenieurbüro für Auto-Technik

Bearbeitet nach einer Veröffentlichung,  
vom gleichen Autor, die in der Fachzeit-  
schrift «Auto-Technik» des AT-Fach-  
schriftenverlags AG, CH-5001 Aarau,  
erschien.

Die BOSCH-Ausrüstung sowie Prüf- und Ein-  
stellwerte für BOSCH-Erzeugnisse und  
-Komponenten sind grundsätzlich den BOSCH-  
Mikrokarten zu entnehmen. Testwerte und  
Schaltpläne sind in den bereits bei den BOSCH-  
Kundendienst-Werkstätten eingeführten Mikro-  
karten und Werkstatt-Unterlagen enthalten.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	A3	1.3 Radsensoren .....	D15
<b>I. Anti-Skid von AT</b> .....	A3	1.4 Relaiskasten .....	D16
1. Aufbau und Bauteile .....	A5	2. Fehlersuche und Behebung .....	D17
2. Arbeitsweise des ABS .....	A12	2.1 Notwendige Prüfgeräte .....	D17
3. Wartungs- und Prüfarbeiten .....	A15	2.2 Lage des elektronischen Steuergerätes .....	D17
Spezifikationen .....	A15	2.3 Hinweis für die Fehlersuche .....	D18
Anzugsdrehmomente .....	A10	2.4 Fehlersuche (Eigendiagnose) .....	D18
Fehlersuchtafel .....	A23	Fehlersuchtafel .....	D19-D22
<b>II. Honda 4W-ALB</b>		3. Löschen des Speichers .....	D23
Einleitung .....	B1	4. Arbeiten an der Hydraulikeinheit .....	D24
1. Bauteile und Funktion .....	B3	5. Prüfung der Bremsdruckregelung .....	D25
2. Regelvorgang .....	B9	6. Prüfen der Steuergeräte-Schaltkreis .....	E1
3. Wartungs- und Reparaturarbeiten .....	B11	7. Entlüften der Bremsanlage .....	E2
Spezifikationen .....	B14	<b>V. Bendix-Antiblockier-Bremssystem</b>	
Anzugsdrehmomente .....	B14	1. Aufbau und Funktionsweise .....	F1
Fehlersuchtafel .....	B17	1.1 Die Hydraulikpumpe .....	F3
Klemmbezeichnungen, Messgrößen .....	B20	1.2 Hauptbremszylinder mit Hochdrucksteuerung .....	F8
<b>III. Stop Control System (SCS)</b>		1.3 Elektromagnetische Steuerventile ....	F11
Einleitung .....	C1	1.4 Raddrehzahl-Sensoren .....	F15
1. Die Komponenten des SCS .....	C3	1.5 Elektronisches Steuergerät .....	F17
2. Die Funktion des Modulators .....	C7	2. Regelvorgänge bei ABS-Bremsungen .....	F19
3. Wartung und Einstellungen .....	C11	3. Fehlersuche und Behebung .....	F23
<b>IV. Antiblockier-Brems-System Mazda 626</b>		Fehlersuchtafel .....	F25-F28
1. Aufbau und Funktion .....	D1	3.3 Eigendiagnose .....	F24
1.1 Die Hydraulik-Einheit .....	D4	Aufschlüsselung des Blinkcodes .....	G4
1.2 Elektronisches Steuergerät .....	D12	Schema des elektrischen Teils .....	G5
Elektrisches Schema .....	D14	4. Wartungsarbeiten und Fehlerbehebung .....	G7

A1

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



A2

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



# Antiblockier- systeme für Personenwagen

## Einleitung

Nachdem Bosch schon vor 10 Jahren das erste elektronische Antiblockiersystem (ABS) für Personenwagen einführte, sind inzwischen auch andere Hersteller mit Blockierverhinderungssystemen auf den Markt gekommen. Auch wenn die konstruktiven Lösungen bei den verschiedenen Fabrikaten recht unterschiedlich sind, dienen alle dem gleichen Zweck: beim Bremsen die **Fahrstabilität** und die **Lenkbarkeit** zu erhalten und den **Bremsweg** möglichst zu verkürzen. Das kann, wie die nachfolgenden Beschreibungen der heute (1987) bekannten Systeme zeigt, durch recht unterschiedliche Ausführungen erreicht werden.

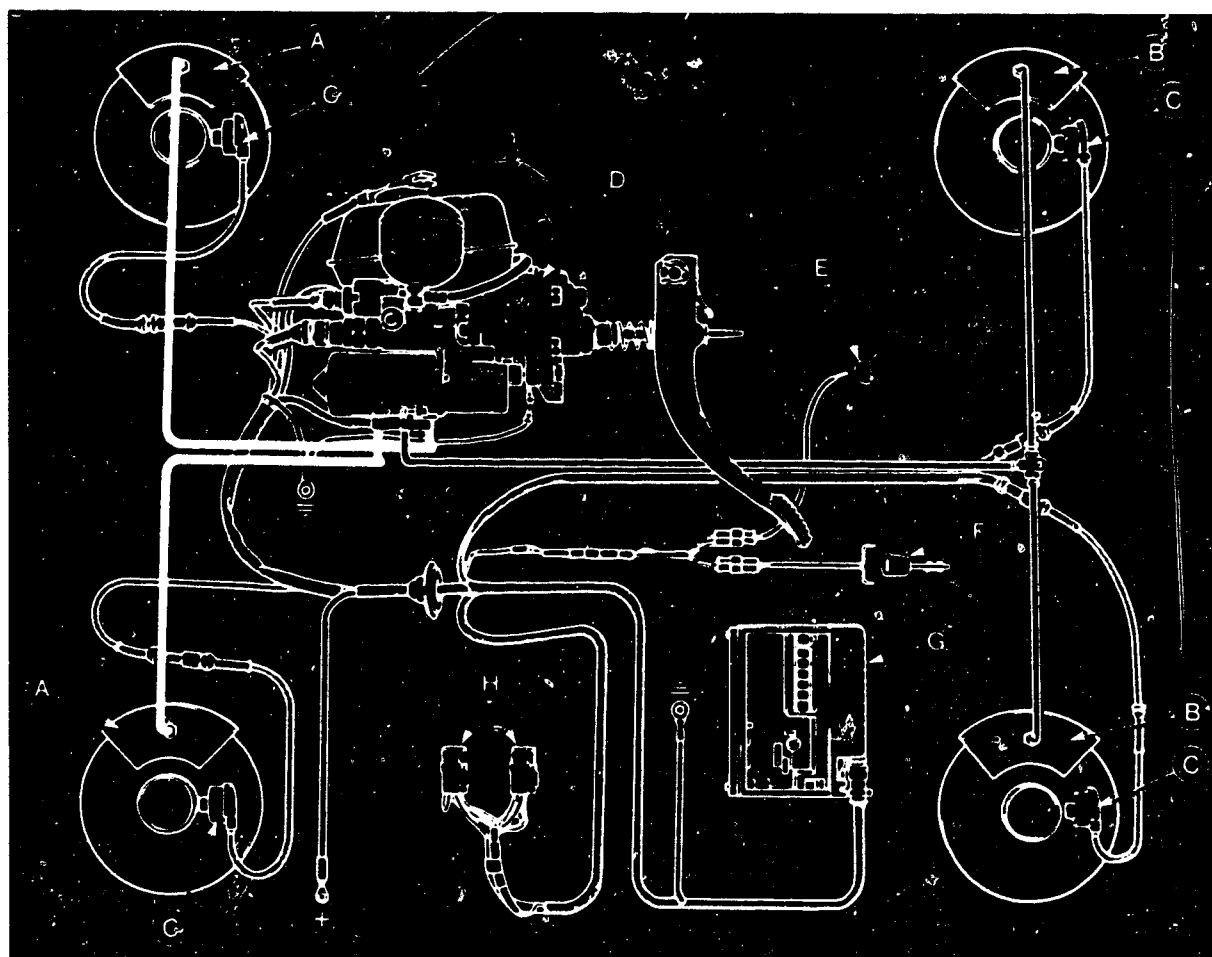
Neuerdings werden für besonders leistungsfähige Fahrzeuge der Oberklasse auch schon Antiblockiersysteme angeboten, die mit einer **Anfahrslupfregelung (ASR)** kombiniert sind. Auch da gibt es unterschiedliche Ausführungen.

## I. Anti-Skid von ATE

### Anwendungen

Das ATE-Antiblockiersystem MK II ist (zur Zeit (Ende 87) bei folgenden Fahrzeugen und Modellen eingebaut:

Citroën BX  
Chrysler USA (verschiedene Modelle)  
Ferrari (verschiedene Modelle)  
Ford Europa: Sierra und Scorpio  
Ford USA: Taunus, Tunderbird  
General Motors (verschiedene Modelle)  
Jaguar Coupé  
Maserati  
Peugeot 505  
Renault 21



*Bild 1 Überblick über die Elemente des Antiblockiersystems. A vorderer Bremssattel – B hinterer Bremssattel – C Raddrehzahlfühler und Zahnring (Impulsrad) – D Hydraulikaggregat – E Warnleuchten – F Zündschlüssel – G Steuergerät – H Relais und Dioden.*

Saab 2000  
Volvo Coupé  
VW Coupé Corado

Bei diesem System ist das Antiblockiersystem in Konstruktion und Funktion voll in der Bremsbetätigung integriert. Die Anlage besteht aus dem Hydraulikaggregat mit Elektromotor und Hochdruckpumpe, vier Radsensoren, dem elektronischen Steuergerät und den Warn- und Sicherheitseinrichtungen. Dank seiner kompakten Bauweise benötigt es nicht mehr Einbauraum als ein herkömmlicher Unterdruck-Bremskraftverstärker.

Die Regelauslegung basiert auf einer individuellen Regelung der Vorderräder und einer gemeinsamen Ansteuerung der beiden Hinterräder nach dem „Select low“-Prinzip. Die Betätigung der vorderen Bremse erfolgt über einen vom Verstärkerdruck beaufschlagten Einkolben-Hauptbremszylinder. Die hinteren Bremsen werden nur mit Hilfe des Speicherdruckes über ein lastabhängiges Druckregelventil aktiviert. Eine Positionierungshülse (17 in Bild 7c) im Hydraulikaggregat stellt durch die Begrenzung des Pedalhubes das erforderliche Reservevolumen bei Ausfall eines Hydraulikkreises sicher. Zugleich bewirkt sie, dass das Pedal bei einer geregelten Bremsung nicht pulsiert.

**A3**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen



**A4**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen



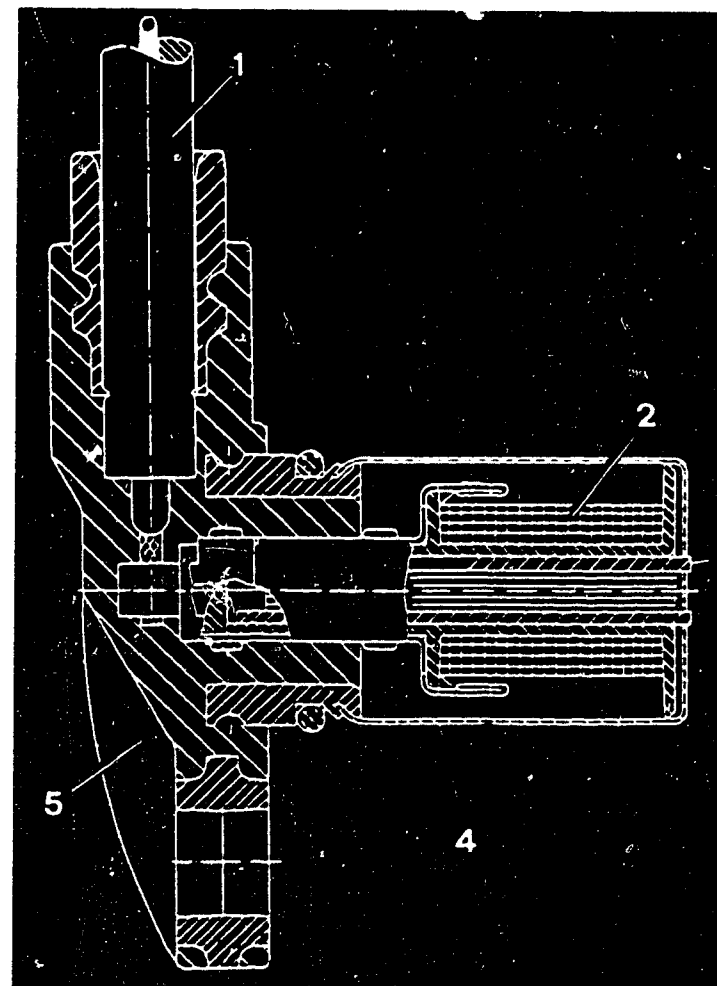
# 1. Aufbau und Bauteile des Systems

Das voll digitale **Steuergerät** erhält Informationen von den vier Raddrehzahlfühlern sowie den Brems- und Druckwarnschaltern. Daraus errechnet es die Steuersignale für die Magnetventile, das Hauptrelais und die Warnlampen. Um grösste Sicherheit der Funktionsüberwachung und der Steuerlogik zu gewährleisten, enthält das Steuergerät zwei Mikroprozessoren, die die eingehenden Sensorinformationen in zwei voneinander unabhängigen Logikblöcken weiter verarbeiten und auf Plausibilität prüfen. Die sich aus dieser Doppelspurigkeit (Redundanz) ergebende Eigenüberwachung sowie die Kontrolle über Raddrehzahlfühler, Ventile und elektrische Kabelverbindungen erfolgt kontinuierlich und ist von der Bremsbetätigung unabhängig.

Vier **Raddrehzahlfühler** und Zahnringe registrieren Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsänderungen der Räder. Die Fühler bestehen aus zwei Dauermagneten und einer Spule. Sie befinden sich vorne in den Achsschenkeln und hinten in den Naben. Beim Passieren der Zähne des Impulsrades werden in der Fühler-Spule Spannungen induziert, welche dem Steuergerät als Signale dienen.

Zum kompakten **Hydraulikaggregat** sind folgende Hauptelemente zusammengefasst (vgl. Bild 5):

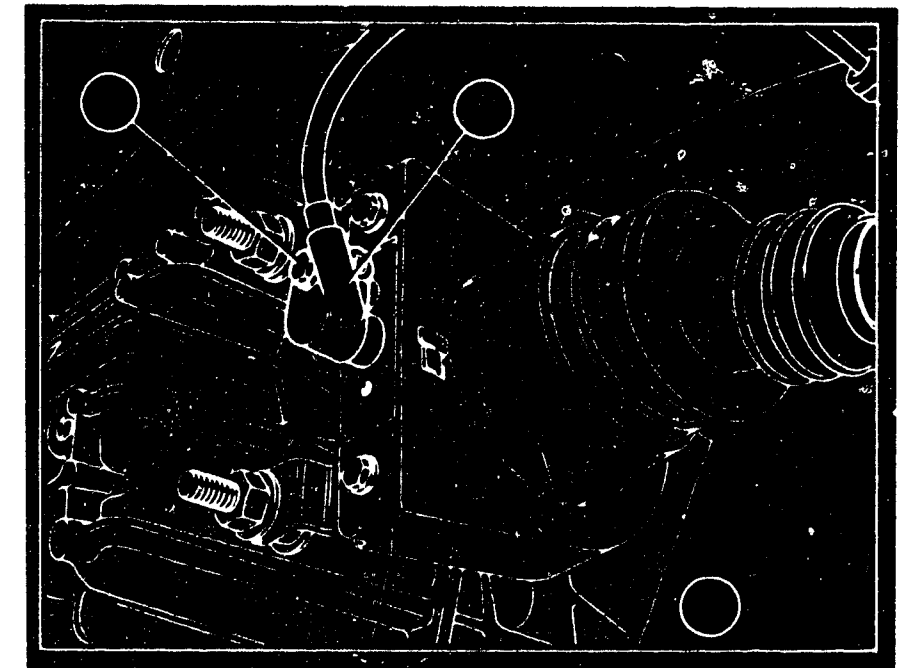
- Der **hydraulische Bremskraftverstärker** (G) mit Hauptbremszylinder (D) und Hauptventil (C). Der Bremskraftverstärker wirkt als Druckverteiler, der nur zu den Hinteradbremsen unter allen Bedingungen kontrollierten Bremsflüssigkeitsdruck liefert.
- Das **Hauptventil** ist ein Magnetventil, das bei Antiblockierregelung die Verbindung zwischen den Druckräumen der



*Bild 2 Schnitt durch den Raddrehzahlfühler. 1 Elektrischer Anschluss – 2 Spule – 3 Magnet – 4 Schutzmantel – 5 Fühlerkopf.*

Bremskraftverstärkung und des Hauptbremszylinders herstellt und den Abfluss zum Vorratsbehälter verschliesst. Dadurch wird das Bremspedal in eine bestimmte Stellung zurückgedrückt. Nach der Regelphase schliesst das Ventil und gibt den Rücklauf in den Vorratsbehälter (A) frei.

- Im **Ventilblock** regeln drei Magnetventilpaare (Bild 6) die Bremskreise zu den beiden Vorderrädern einzeln und zu den Hinterrädern zusammen. Im Ruhezustand ist nur das Einlassventil offen. Bei Betätigung der Bremse gelangt der Bremsdruck zu den Radbremszylindern. Wird die Verzögerung des Rades aber zu



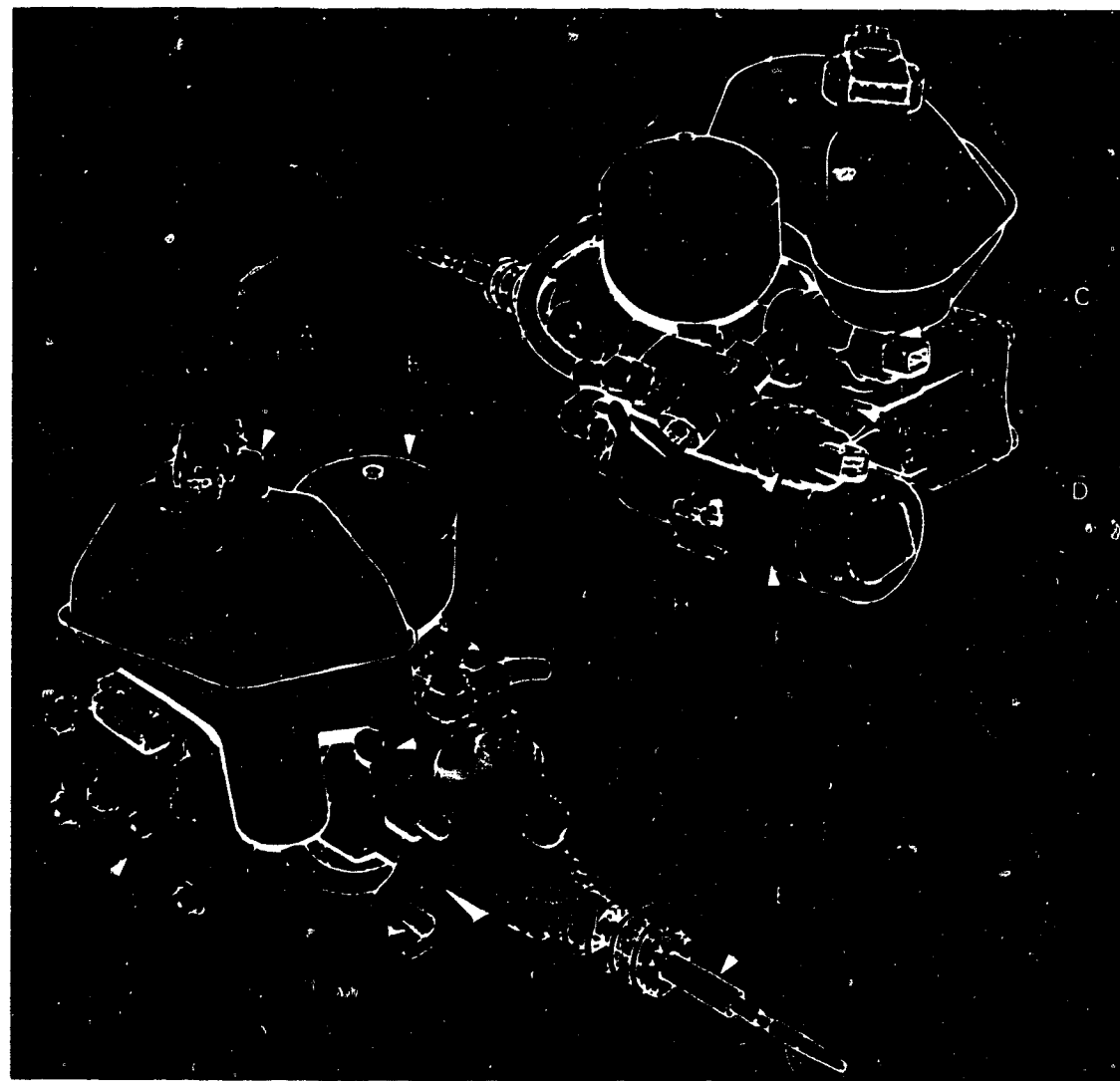
*Bild 3 Bei Hinterachsantrieben kann der Radimpulsgeber auch direkt am Achsantriebsflansch eingebaut sein. 1 Verschalung – 2 Impulsgeberbefestigungsschraube – 3 Einstellschraube für den Luftspalt (ca. 0,4... 0,95 mm).*

gross, schliesst das Einlass- und öffnet das Auslassventil. Auf diese Weise wird der Bremsdruck abgebaut. Solche Regelschritte erfolgen bis zu 12 mal pro Sekunde. Bei Störungen werden die Ventile nicht aktiviert, sodass die normale Bremsfunktion erhalten bleibt.

- Der **Vorratsbehälter** (A) ist auf dem Hauptbremszylinder angeschraubt. Sein Füllvolumen beträgt 0,7 l bis zur «MAX»-Marke. Der eingebaute Feinfilter ist nicht austauschbar. Im Deckel des Behälters ist ein Niveau-Warnschalter integriert.

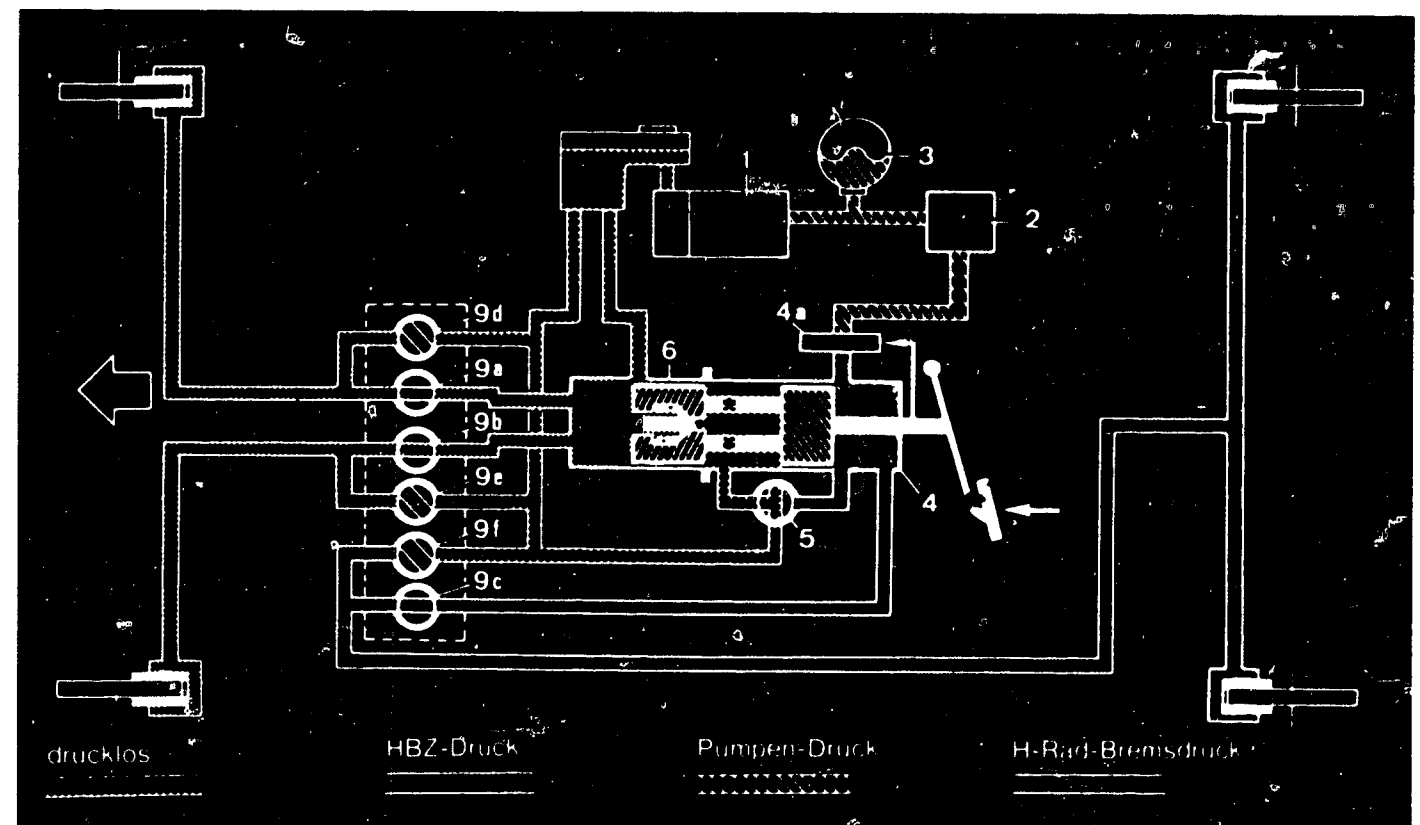
Die **Elektropumpe** (F) saugt Bremsflüssigkeit vom Vorratsbehälter an und befördert sie in den **Druckspeicher** (B). Dieser ist in das Pumpengehäuse eingeschraubt. Eine Membran unterteilt ihn in zwei Kammern, von welchen die obere mit Stickstoff, die untere mit Bremsflüssigkeit gefüllt ist. Die Druckregelung erfolgt durch einen Schalter, der bei 180bar die Pumpe ab- und bei 140bar wieder einschaltet.





**Bild 4** Aussenansicht des Hydraulikaggregates. A Vorratsbehälter mit Niveau-Warnschalter – B Druckspeicher – C Hauptventil – D Hauptbremszylinder – E Druckstange – F Elektromotor und Hydraulikpumpe – G Bremskraftverstärker – H Druckschalter – J Ventilblock.

**Bild 5** Vereinfachtes Aufbau- und Prinzipschema des ATE-Antiblockiersystems. 1 Hydraulikpumpe – 2 Druckregler – 3 Druckspeicher – 4 Bremskraftverstärker-Druckraum – 4a Regelventil – 5 Hauptventil – 6 Hauptbremszylinder – 7 Vorderradbremse – 8 Hinterradbremse – 9a, b, c Magnetventile, alle in Auslassstellung – 9d, e, f Auslass (Rücklauf-) Magnetventile, alle in Sperrstellung.



Falls der Druck unter 105 bar abfällt, dient der Schalter als Sicherheitsregler und sorgt für die Warnanzeige im Kombiinstrument.

Störungen an der Antiblockiervorrichtung werden mit einer **Warnleuchte** im Kombiinstrument angezeigt. Trotzdem arbeitet die Bremsanlage dann mit voller Bremskraftverstärkung weiter, nur der Blockierschutz ist nicht mehr gewährleistet. Die Funktionskontrolle und die Warnanzeige des Systems arbeiten bei eingeschalteter Zündung. Die kombinierte Warnleuchte für Handbremse, Bremsflüssigkeitsniveau und ABS-Systemdruck leuchtet zusammen mit der ABS-Warnlampe auf, wenn entweder das Bremsflüssigkeitsniveau oder der ABS-Systemdruck zu niedrig sind. In diesem Falle ist damit zu rechnen, dass die Bremsanlage ganz oder teilweise ausfällt.

**A7**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



**A8**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen





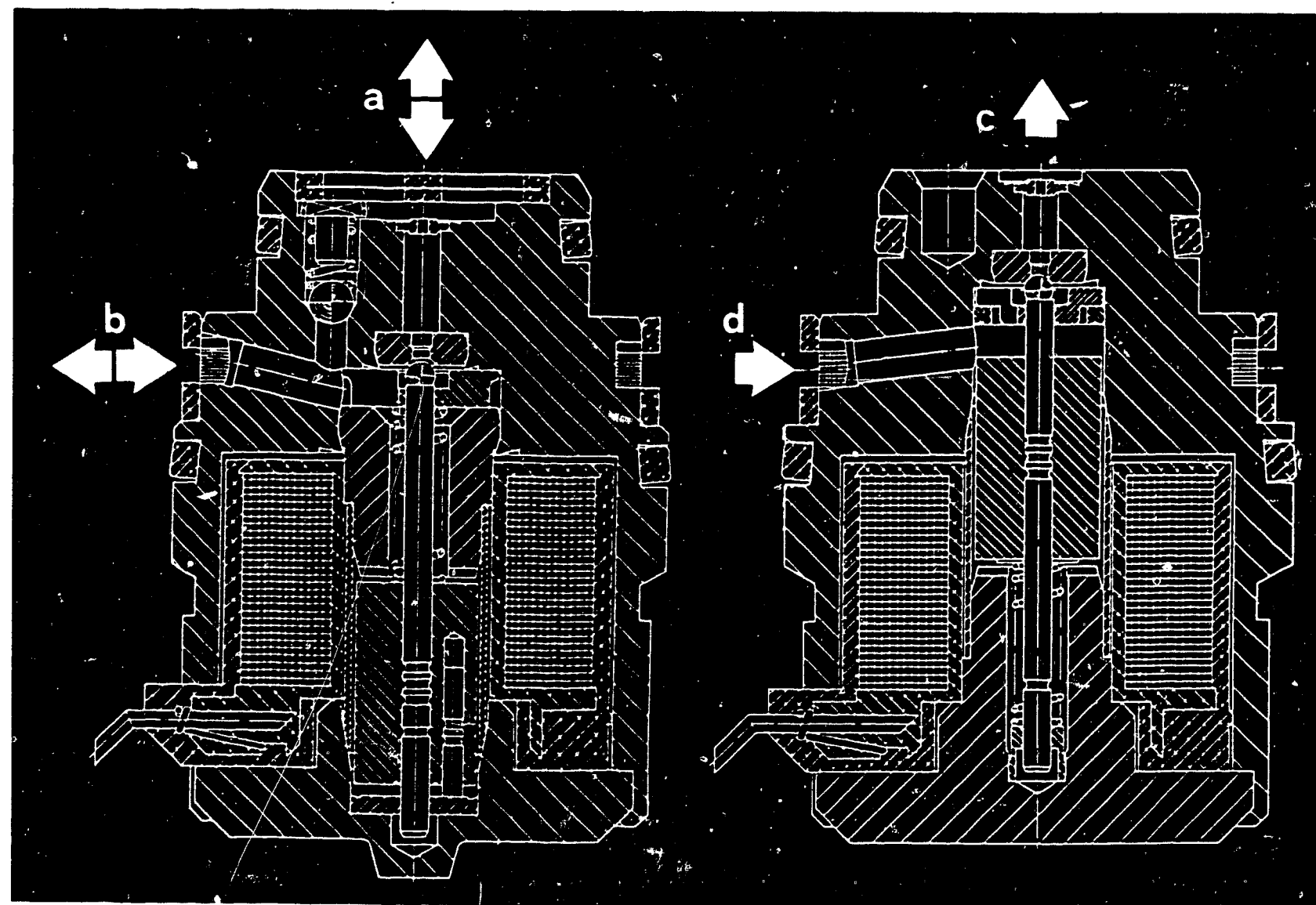


Bild 6 Einlass- (links) und Auslass-Magnetventil (rechts) zur Druckregulierung in den Radbremszylindern: a Anschluss Hauptbremszylinder (vorne), Bremskraftverstärker (hinten) – b Anschluss Radbremszylinder – c Anschluss Ausgleichsbehälter – d Anschluss Radbremszylinder.

## Bremsen

Bremsflüssigkeit .....	Spezifikation (DOT-4)
System-Füllmenge .....	ca. 1,4 l
Vorratsbehälter-Füllmenge ...	ca. 0,7 l
Speicherdruck (normale Funktion) .....	140...180 bar
Einschaltdruck – Pumpenmotor .....	130...150 bar
Einschaltdruck – Warnschalter .....	105 bar
Abschaltdruck – Pumpenmotor .....	160...190 bar
Ladezeit – Pumpenmotor .....	weniger als 60 Sek.
Überdruckventil schaltet bei ..	210 bar
Zweikreis-Bremssystem	
Vorderrad .....	links/rechts getrennt geregelt
Hinterräder .....	gemeinsam geregelt
Steuergerät	
Betriebsspannungsbereich ...	7...18 Volt
Betriebstemperatur .....	-40°C...80°C

## Anzugsdrehmomente (Nm)

Bremsleitungen an Hydraulik-Aggregat	
Vorderrad links/rechts .....	12 ± 4
Hinterachse .....	15 ± 3
Befestigung – Doppelschwinglager .....	7 ± 2
Hohlschraube – Hochdruck-Anschluss .....	20 ± 4
Druckspeicher .....	30 ± 6
Druck – /Warnschalter .....	20 ± 6
Ventilblock .....	25 ± 4

**A9**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



**A10**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



## 2. Arbeitsweise des ABS

Die drei wesentlichen Betriebsphasen der Anti-Skid-Regelung sind in Bild 5 dargestellt:

a) **Phase 1** (Bild 7 A) zeigt das System in Lösestellung, also bei nicht betätigter Bremse. Hier herrscht bis zum Regelventil (4) Speicherdruck. Im restlichen Hydrauliksystem bleibt die Bremsflüssigkeit drucklos.

b) **Phase 2** (Bild 5 B) gibt die Verhältnisse bei Betätigung der Bremse ohne Antilockierregelung wieder. Beim Niederdrücken des Bremspedals wird über den Verstärkerkolben (6) und die Verbindungshebel (5) das Regelventil (4) soweit geöffnet, dass sich im Bremskraftverstärker-Druckraum (11) der richtige Druck einstellt, um über den Hauptbremszylinder (12) die beiden Vorderräder ohne Blockiergefahr zu verzögern. Über das Einlassmagnetventil (9) wird der hintere Bremskreis mit Druck aus dem Bremskraftverstärker-Druckraum (11) beaufschlagt. Alle Auslassmagnetventile bleiben ohne Antilockierregelung geschlossen.

*Bild 7A und B Wirkungsweise des ABS in drei Phasen, siehe Text. Es bedeuten: A Speicherdruck – B Drucklos (Vorratsbehälter) – C Verstärkerdruck – D Hauptbremszylinderdruck – E Hauptbremszylinderdruck mit Verstärkerdruck – VL = Vorne links – VR = Vorne rechts – HA = Hinterachse.*



**A11**

Werkstatt-Service  
Antilockiersysteme für Personenwagen



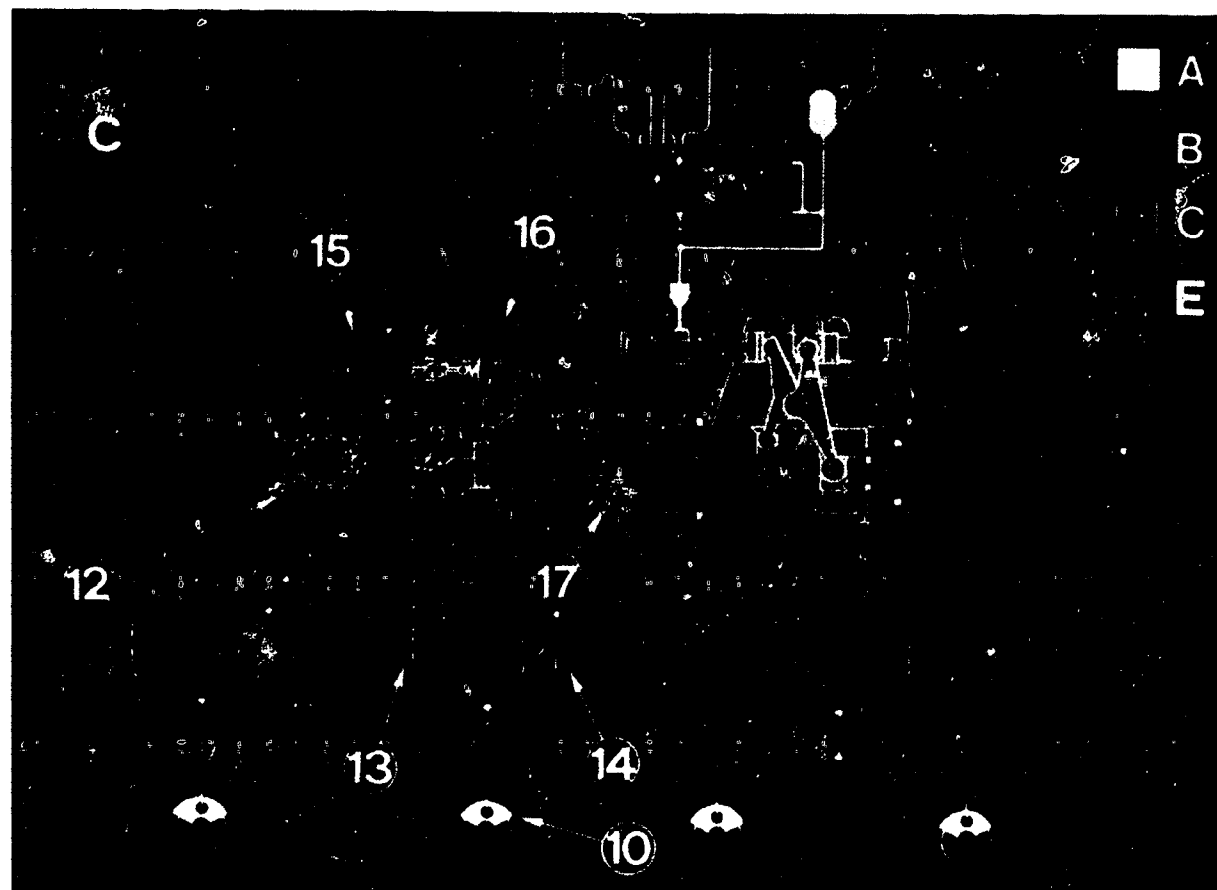
**A12**

Werkstatt-Service  
Antilockiersysteme für Personenwagen



c) **Phase 3** (Bild 5C) zeigt die Bremsbetätigung mit Antiblockierregelung. Sobald ein Raddrehzahlfühler Blockiergefahr signalisiert, schliesst das Steuergerät das betreffende Einlassmagnetventil (13). Dann wird auch das Auslassventil (14) der entsprechenden Radbremse geöffnet und der Druck im Radbremszylinder fällt zusammen. Die ganze Regelung besteht nur aus dem Öffnen und Schliessen der Magnetventile (13/14). Zur Regelung wird auch das Hauptventil (15) geöffnet, womit Verstärkerdruck aus dem Druckspeicher (2) direkt zum Hauptbremszylinder gelangt.

Setzt die Regelung bereits bei geringen Betätigungskräften ein ( $\mu$  klein), so fährt der Verstärkerkolben (6) und damit das Bremspedal stufenweise bis zum Anschlag der Positionierungshülse (17) vor. Setzt sie erst bei hohen Pedalkräften ein ( $\mu$  gross), wird das Bremspedal über die Positionierungshülse (17) bis zu deren Anschlag am Verstärkerkolben (6) zurückgedrückt. Auf diese Weise wird das Bremspedal während einer geregelten Bremsung in erhöhter Stellung gehalten und pulsiert nicht. Zudem ist genügend Bremsflüssigkeitsvolumen vorhanden um die zum Vorratsbehälter (1) zurückgeflossene Flüssigkeitsmenge auszugleichen und selbst bei längerem Bremsen einen genügend hohen Druck aufrecht zu erhalten.



*Bild 7C Wirkungsweise des ABS in der dritten Phase: 10 Bremssattel mit Radbremszylinder – 1 Hauptbremszylinder – 13 Einlass-Magnetventil der Vorderradbremse – 14 Auslassmagnetventil der Vorderradbremse – 15 Hauptventil – 16 Verbindungsbohrung zum Bremskraftverstärker-Druckraum – 17 Positionierungshülse – VL = Vorne links – VR = Vorne rechts – HA = Hinterrachse.*



### 3. Wartungs- und Prüfarbeiten

Die Wartungsansprüche des Systems sind gering. Es kann die normale, von ATE oder Fahrzeughersteller empfohlene Bremsflüssigkeit verwendet werden.

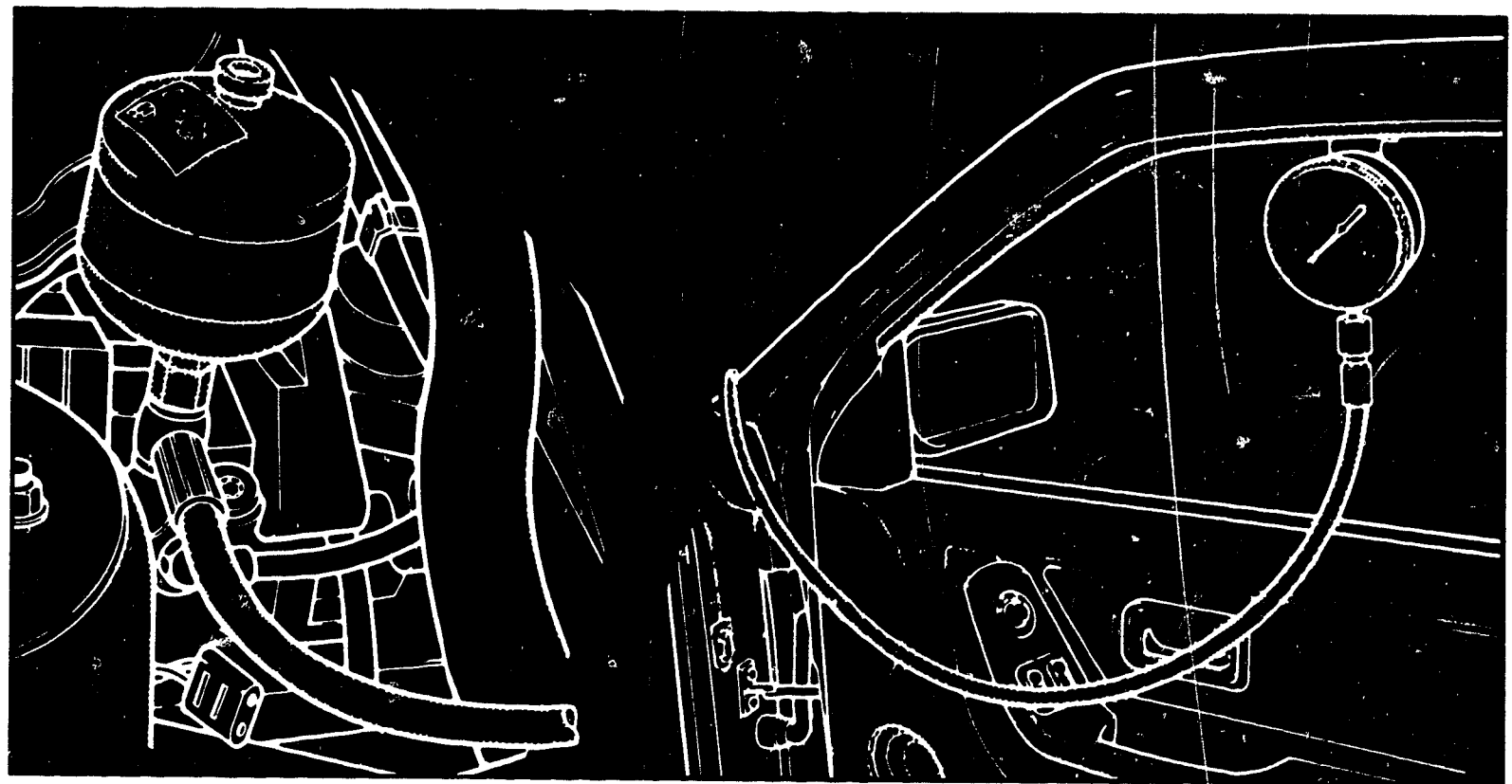
Das ABS arbeitet mit sehr hohem Druck. Dieser muss deshalb vor jeder Reparatur abgebaut werden. Dazu ist die Zündung auszuschalten, der Zündschlüssel zu entfernen (Sicherheit) und das Bremspedal mindestens 20mal durchzutreten bis der Pedalwiderstand gross wird (hartes Pedal) und der Bremsflüssigkeitsstand im Vorratsbehälter stark angestiegen ist.

#### a) Entlüften

Die Entlüftung der **Vorderradbremse** geschieht auf herkömmliche Art und Weise. Die **Hinterradbremse** hingegen wird unter Zuhilfenahme des Speicherdruckes entlüftet. Dazu wird nach dem Abbau des hydraulischen Druckes der Entlüftungsschlauch am linken Bremssattel angebracht, zum Auffangen der Flüssigkeit in ein leeres Gefäss gehalten, die Schraube um eine Umdrehung gelöst und das Bremspedal niedergedrückt und in dieser Position gehalten. Dann wird die Zündung eingeschaltet, worauf Bremsflüssigkeit ausfliessen wird. Die Entlüfterschraube ist zu schliessen, sobald die Bremsflüssigkeit blasenfrei austritt. Nun wird das Bremspedal losgelassen und gewartet bis die Hydraulikpumpe zu arbeiten aufgehört hat. Anschliessend ist dieses Vorgehen auf der rechten Seite zu wiederholen. Das Bremspedal wird jedoch nur halb durchgetreten.

#### b) Druckmessung

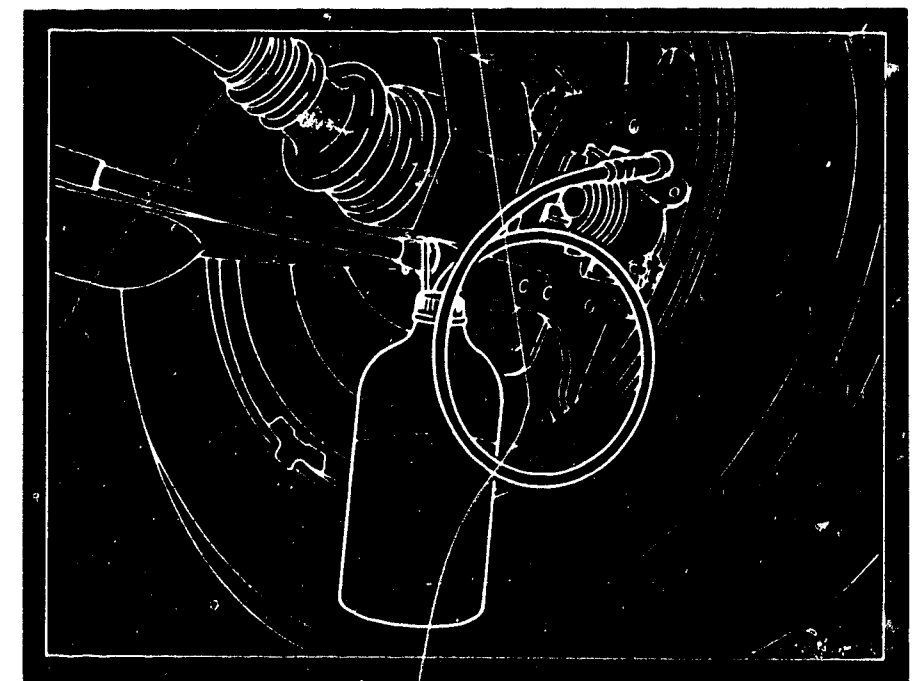
Ein Druckmanometer mit einem Anzeigebereich von min. 250bar wird beim Druckspeicheranschluss (Bild 8) angeschraubt.



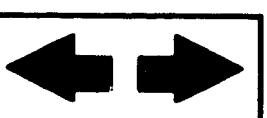
*Bild 8 Speicherdruckprüfung: Nach dem Einschalten der Zündung muss der Speicherdruck zwischen 160 und 190bar liegen.*

Vorher muss natürlich der Systemdruck abgebaut werden. Nach Einschalten der Zündung soll der Druck auf 160 bis 190bar ansteigen. Ist das Bremspedal mehrmals betätigt worden, liegt der Druck beim Wiedereinschalten der Pumpe zwischen 130 und 150bar.

Zur Prüfung der Dichtheit des Hydrauliksystems wird die Zündung eingeschaltet, bis der Pumpenmotor abstellt. 5 Minuten nach dem Ausschalten der Zündung darf der Druckverlust höchstens 10bar betragen.



*Bild 9 Beim Entlüften ist es wichtig, dass der Entlüftungsschlauch in ein geschlossenes Gefäss geführt wird, das zudem während dem ganzen Entlüftervorgang Bremsflüssigkeit enthalten muss. Achtung: Drücke bis 180bar!*



### c) Steuergerät

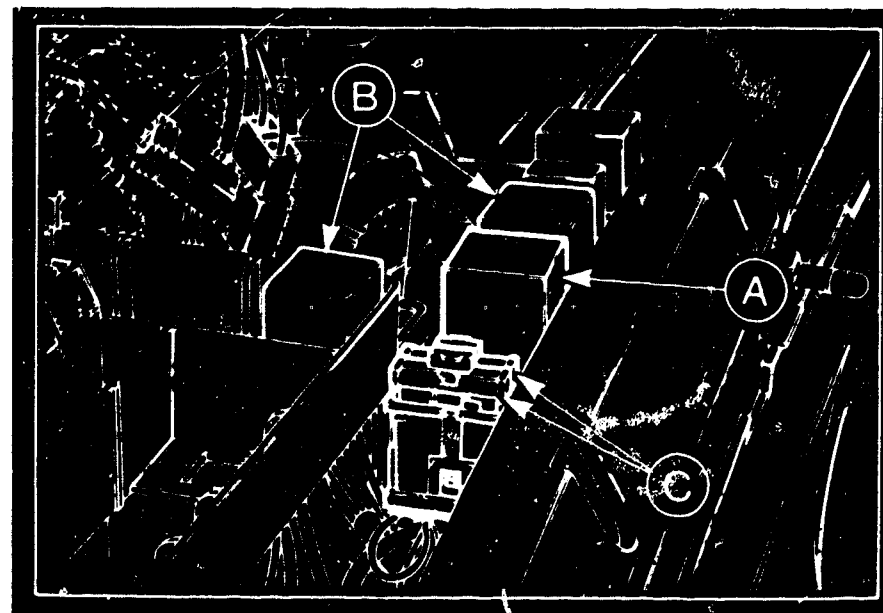
Das Steuergerät kann je nach Fahrzeugmarke an verschiedenen Stellen eingebaut sein (hinter oder unter dem Handschuhfach, im Wasserkasten hinter der Motortrennwand, unter dem Beifahrersitz), ist aber nach dem Entfernen der Abdeckung leicht aus der Halterung zu entfernen. Bei Fehlfunktion muss es als ganze Einheit ersetzt werden. **Hinweis:** Bei abgetrenntem Steuergerät leuchtet die ABS-Warnlampe auf.

### d) Raddrehzahlfühler

Diese sind meist mit einer einzigen Schraube befestigt und können problemlos ausgewechselt werden. Der Luftspalt zum Zahnring ergibt sich z.B. bei Ford bei richtiger Montage automatisch; er bedarf keiner Einstellung. Bei anderen Marken kann er eingestellt werden (0,80... 0,95mm). Die Zahnringe der Vorderräder sind meist anstelle der Lagerscheiben montiert. Sie sind nach dem Ausbau der Radnabe und dem Entfernen der Staubkappe zugänglich. Ihre flache Seite muss lagerwärts zeigen. Die Zahnringe der Hinterräder können in der Radnabe eingebaut werden oder an den Hinterachsflanschen montiert sein. Ihr Austausch bedingt meist das Auswechseln der Naben oder den Abbau der Doppelgelenkwellen.

### e) Hydraulikaggregat

Zum Ausbau der Baugruppe ist zuerst der gespeicherte Hochdruck abzubauen. Dann sind die elektrischen Kabelverbindungen abzuziehen und die hydraulischen Leitungen zu lösen und zu verstopfen. Wenn die Fussraumverkleidung entfernt ist, lassen sich die Befestigungsmuttern abschrauben und schliesslich das Gerät herausnehmen. Nach dem Wiedereinbau in umgekehrter Ausbaureihenfolge muss das System sorgfältig entlüftet und auf Dichtheit geprüft werden.



*Bild 10 Einbauanordnung der Relais und Dioden am Beispiel des Ford Scorpio. A Hauptrelais – B Motorrelais – C Dioden.*

Auch **Druckspeicher, Ventilblock** und die **Pumpe mit Motor** können jeweils nur als ganze Einheit ersetzt werden. Vorher Druck ablassen!

Das **Hauptventil** ist in der Stellvorrichtung eingebaut und kann nicht separat ausgewechselt werden.

### f) Relais und Sicherungen

Um die Relais und Dioden auszutauschen (Bild 10) ist ihre Lage auszukundschaften (Sicherungskasten oder Steuergerät-Unterbringung). Die Hauptrelais- und Motorrelaisschaltkreise sind durch zwei Sicherungen (bei Ford im Handschuhfach untergebracht) geschützt (20A bzw. 30A).

### g) Warnleuchten

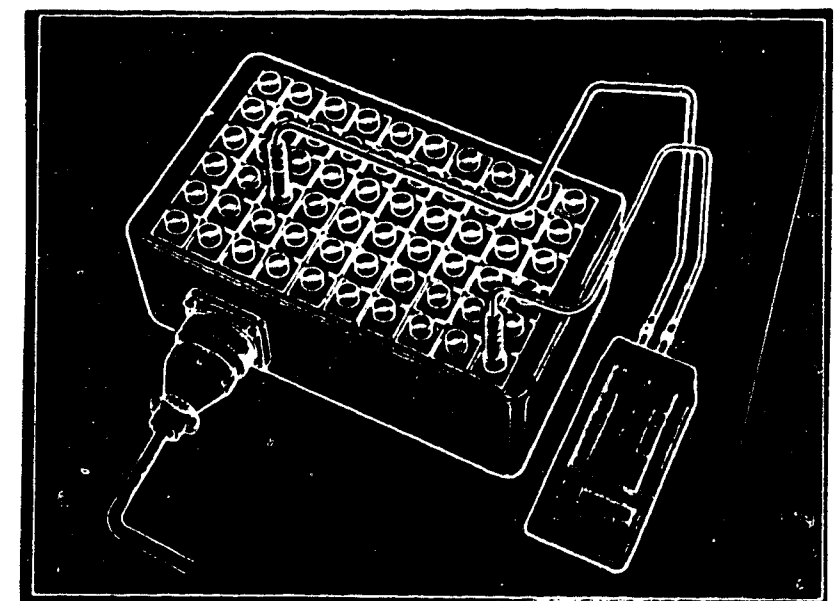
Das Aufleuchten der ABS-Warnlampe während der Fahrt deutet auf teilweisen oder ganzen Ausfall des ABS hin. In Zündschlüsselstellung I sind die Warnleuchten ausgeschaltet, in Stellung II leuchtet die ABS-Lampe während etwa 2 Sekunden

auf. ABS- und kombinierte Lampe sind während der Aufladung des Hydrauliksystems je nach Druck maximal 60 Sekunden lang in Betrieb. In Stellung III leuchtet die ABS-Lampe ständig auf.

Bevor eine Prüfung mit der speziellen ABS-Prüfanlage durchgeführt wird, sollten alle elektrischen und hydraulischen Verbindungen sichtgeprüft werden.

### h) ABS-Prüfbox

Man kann den elektronischen Steuerteil mit den Radimpulsgebern, den Ein- und Auslassventilen, dem Hauptventil und den Verbindungskabeln und Warnlampen auch mit einem digitalen Volt- und Ohmmeter mit feinen Tastspitzen messen. Dabei dient die Fehlersuchtable als Wegleiter. Es ist sehr wichtig, dass bei den Messungen sorgfältig vorgegangen wird und man keine Kurzschlüsse und Falschpolungen produziert.



*Bild 11 Die von Ford entwickelte Prüfbox zur Prüfung des elektronischen Steuergerätes.*



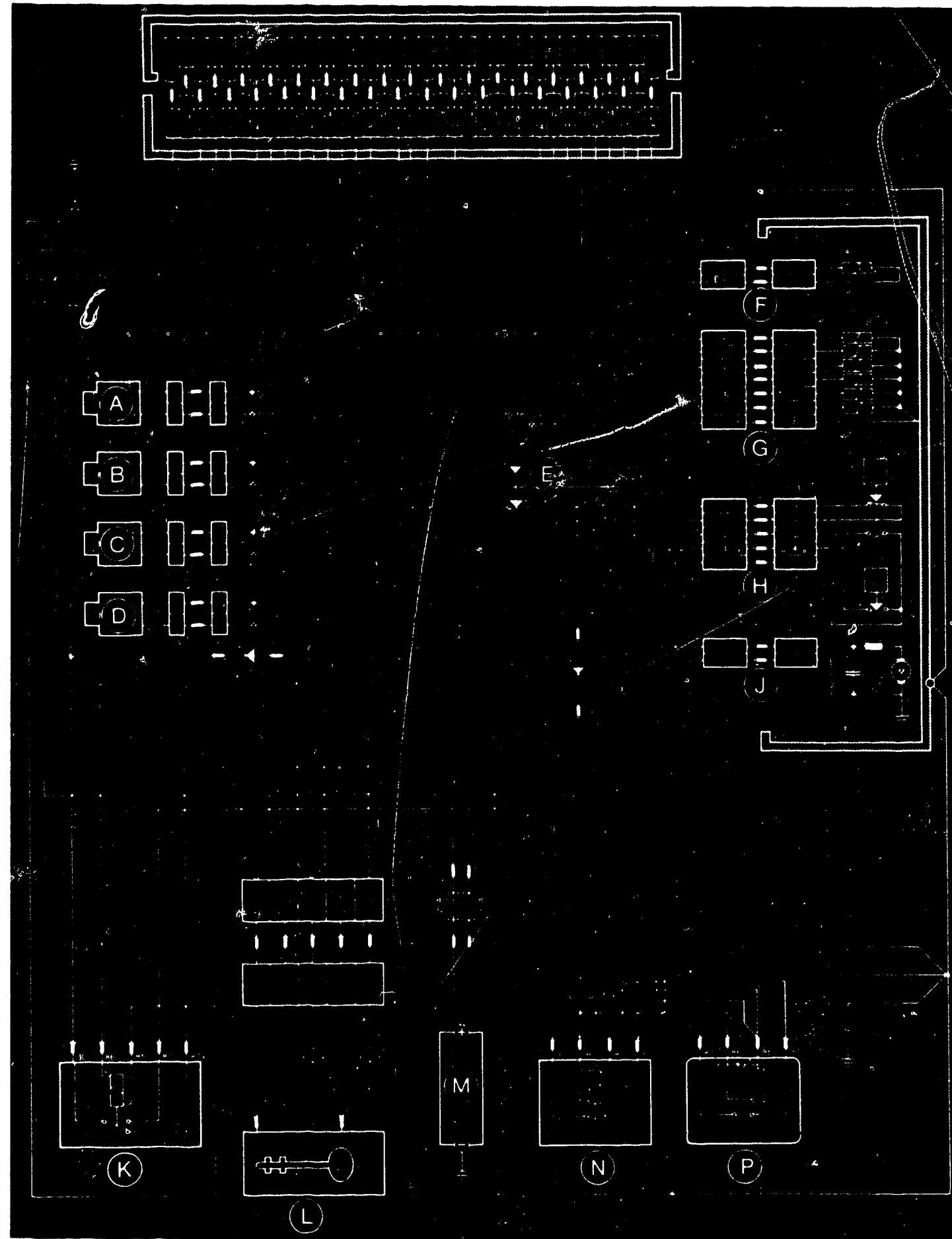


Bild 12 Elektrischer Schaltplan am Beispiel des Ford Scorpio mit A Raddrehzahlfühler hinten rechts – B Raddrehzahlfühler vorne links – C Raddrehzahlfühler hinten links – D Raddrehzahlfühler vorne rechts – E Niveau-Warnanzeige – F Hauptventil – G Ventilblock – H Druckschalter – J Pumpenmotor – K Hauptrelais – L Zündschalter – M Batterie – N und P Pumpenrelais.



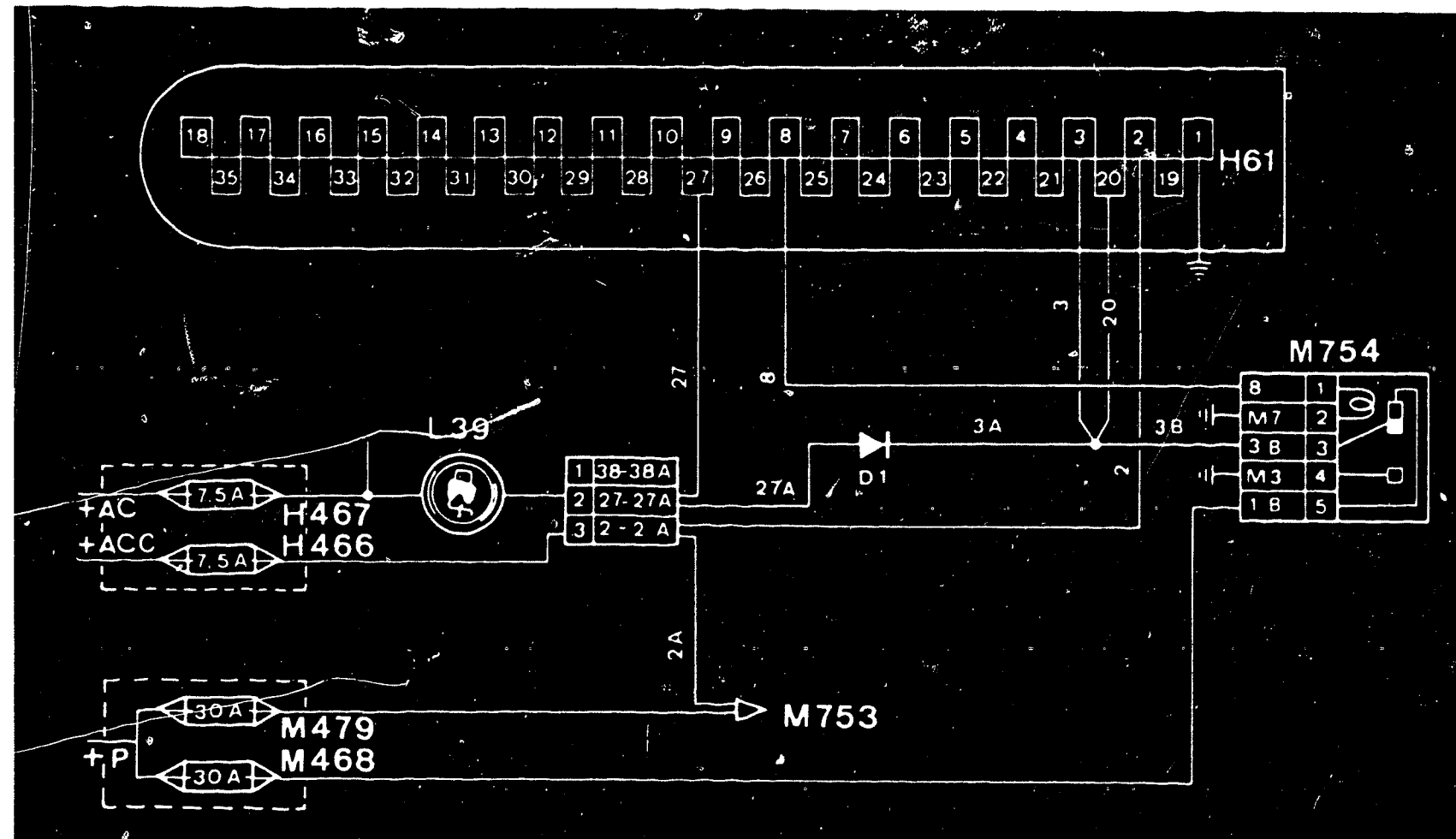


Bild 13 Stromversorgung für das elektronische Steuergerät (H61) mit dem Relais (M754) für den Leistungskreis, den Anschluss zum Pumpen-Relais (M753), den Sicherungen H466 und H467 für Warmlampe und ABS-Accessoir, M468 für den Leistungsstromkreis sowie M479 für die Pumpe und der Anti-Blockier-Warmlampe (L39) beim Peugeot 505.

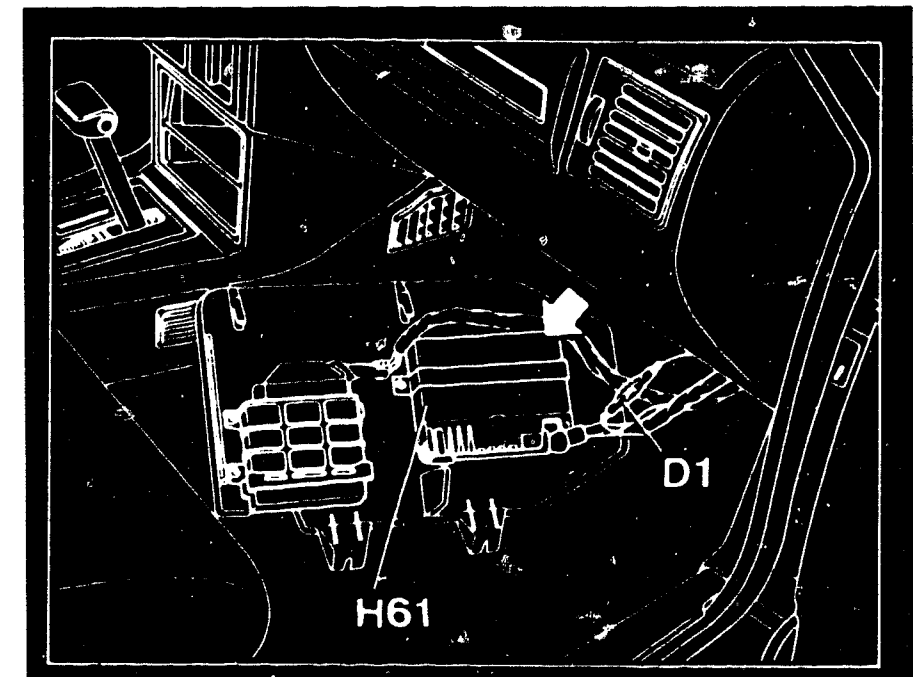
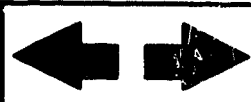


Bild14 Beispiel für den Steuergeräte-Einbau (Peugeot 505). Das Gerät (H61) kann unter oder hinter dem Handschuhfach oder im vom Motorraum abgetrennten Wasserkasten (Geräteraum) eingebaut sein. D1 = Sperrdiode.

**Fehlersuchtablelle für ATE-Antiblockiersystem:**

Störung	Mögliche Störquelle		Prüfung				
Nach dem Starten des Motors ABS-Warnleuchte brennt, Bremswarnleuchte gelöscht (Handbremse gelöst)	Stromversorgung des Steuergerätes	1	<b>Zündschalter</b> ein aus	<b>Anschlüsse am Steuergerät</b> 1 – 2 1 – 3 / 20 – 1 8 – 1 1 – 3 (2 – 8 kurzgeschl.)	<b>Spannung (V)</b> > 12  > 12	<b>Widerstand (Ω)</b>   < 1 50...100	
	elektrische Verbindung beider Warnleuchten	2	ABS-Warnleuchte: Widerstand zwischen den Anschlüssen 9 und 10 des Steuergerätes < 1Ω, zwischen den Anschlüssen 9 bzw. 10 und Masse = ∞ Ω.				
	Widerstand der Radimpulsgeber	3	<b>Geber</b>  vr vl hr hl	<b>Anschlüsse am Steuergerät</b> 7 – 25 5 – 23 4 – 22 6 – 24	<b>Widerstand (Ω)</b> 800...1400 800...1400 800...1400 800...1400	<b>Spannung (mV)*</b> 100...350 100...350 100...570 100...570	*Zur Prüfung ist das entsprechende Rad mit ungefähr 1 Umdrehung/Sek. zu drehen.
	Widerstand des Hauptmagnetventils	4	Widerstand zwischen den Anschlüssen 11 und 18 am elektronischen Steuergerät = 2...5 Ω.				
	Widerstand der Einlass- und Auslassmagnetventile	5	<b>Anschlüsse am Steuergerät</b> 11 – 1 11 – 15 / 11 – 17 / 11 – 35 / 11 – 33 / 11 – 16 / 11 – 34		<b>Widerstand (Ω)</b> }< 1 3...7		
	Isolation der Geberverbindungskabel	6	<b>Geber</b>  vr vl hr hl	<b>Anschlüsse am Steuergerät</b> 7 – 1 5 – 1 4 – 1 6 – 1	<b>Widerstand (Ω)</b> }< 1 ∞		
Im Fahrbetrieb ABS-Warnleuchte brennt, Bremswarnleuchte ausgelöscht	Geberwiderstände und -spannungen		→ 3				
ABS-Warnleuchte brennt. Bremswarnleuchte ausgelöscht oder beim Bremsen blinkend	Dichtheit des Hydrauliksystems	7	Max. zulässiger Druckverlust nach 5 Min. = 10bar				
	Pumpe	8	Nach Ausschalten der Zündung 25mal Bremspedal betätigen, dann Zündung einschalten. Pumpe muss hörbar arbeiten.				
	Druckspeicher / Druckfühler	9	Nach Einschalten der Zündung muss Druckmanometer 40...90bar anzeigen. Zündung ausschalten und Pedal 25mal betätigen. Pumpe darf nach Einschalten der Zündung nicht länger als 60Sek. Laufen. Zündung ausschalten und Pedal 25mal betätigen. Pumpe muss nach Einschalten der Zündung einen Druck von 160...190bar aufbauen. Nach Drücken des Bremspedals muss sie bei einem Druck von 130...150bar wieder zu arbeiten beginnen.				
ABS-Warnleuchte blinkt	elektrische Verbindung		→ 2				



Störung	Mögliche Störquelle		Prüfung
Bremswarnleuchte brennt (Handbremse gelöst und Bremsflüssigkeitsniveau korrekt)	Dichtheit des Hydrauliksystems		→ 7
	elektrische Verbindung	10	Kurzschluss
Langer Pedalweg bei normaler Bremsung	Luft im System	11	Entlüften des Hydrauliksystems
	Dichtheit des Hydrauliksystems		→ 7
bei geregelter Bremsung	Luft im System		→ 11
	Hauptmagnetventil		→ 4
Blockieren der Räder ohne Aufleuchten der Warnanlage	Luft im System		→ 11
	Einlass- und Auslassmagnetventile		→ 5

**A25**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen


**A26**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



## II Honda 4W-ALB

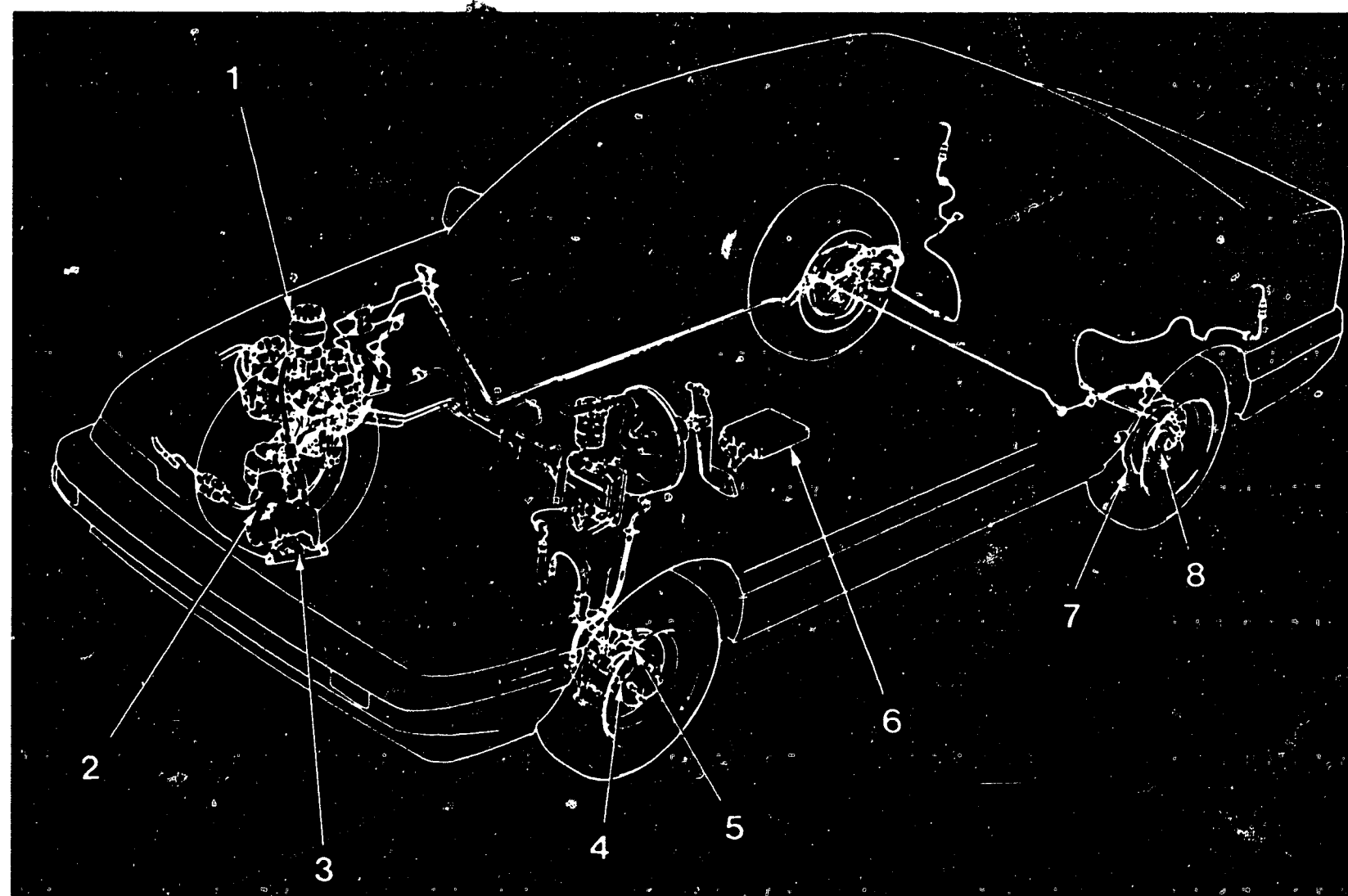
### Einleitung

Im Gegensatz zum Bosch- und ATE-ABS ist Hondas ALB-System (Anti Lock Brake = Antiblockierbremse) speziell für frontgetriebene Fahrzeuge entwickelt worden. Dies zeigt sich an der Systemauslegung. Beim ALB handelt es sich um ein sogenanntes «Add-on»-System, es wurde also der herkömmlichen Bremsanlage hinzugefügt. Die Druckregelung der diagonal aufgeteilten Bremskreise erfolgt achsweise, und zwar wird die Hinterradbremse wie auch bei den anderen Systemen nach dem «Select-low»-, die Vorderradbremse hingegen nach dem «Select-high»-Prinzip geregelt. Es ist also möglich, dass ein Vorderrad blockiert; durch das noch rollende Rad bleibt jedoch die Lenkfähigkeit erhalten. Differenzen der Radbeschleunigung, die auf eine schlechte (unebene) Fahrbahnoberfläche und daraus resultierendes Abheben der einzelnen Räder zurückzuführen sind, würden beim «Select-low»-Prinzip eine zu frühe Regelung einleiten und damit den Bremsweg verlängern.

Bei Hauptbremszylinder, Modulator, Druckspeicher und Pumpe handelt es sich um getrennte und einzeln eingebaute Aggregate. Die Steuerung der Anlage erfolgt durch ein elektronisches Steuergerät, das von den vier Raddrehzahlfühlern über die Radgeschwindigkeiten informiert wird.

Eine Warnlampe im Kombiinstrument dient als Kontrollanzeige des Systems. Sie erlischt nach dem Einschalten der Zündung und dem Erreichen der Motorleerlaufdrehzahl. Bei Störungen wird das System ausgeschaltet. Dabei bleibt die normale Betriebsbremse voll funktionsfähig.

Unterhalb einer Geschwindigkeit von 8km/h tritt die Antiblockierfunktion ausser Kraft.



*Bild 1 Anordnung der ALB-Elemente im Honda Accord. 1 Druckmodulator – 2 Druckspeicher – 3 Pumpe – 4 Impulsgeber-Zahnring – 5 Raddrehzahlfühler – 6 Steuergerät – 7 Impulsgeber-Zahnring – 8 Raddrehzahlfühler.*

**Hinweis:** Beim neuen ALBII.-System, wie es bei dem erstmals an der IAA87 in Frankfurt vorgestellten «Legend» eingebaut ist, arbeitet auch die Vorderradbremse nach den «Select-low»-Prinzip. Das System arbeitet zudem mit zwei Hydraulikkreisläufen, die über eine Modulator-Einheit miteinander verbunden sind. Die elektronische Kontroll-Einheit ist zudem mit zwei Mikroprozessoren ausgerüstet, die sich beide gegenseitig kontrollieren.

**B1**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen



**B2**

Werkstatt-Service

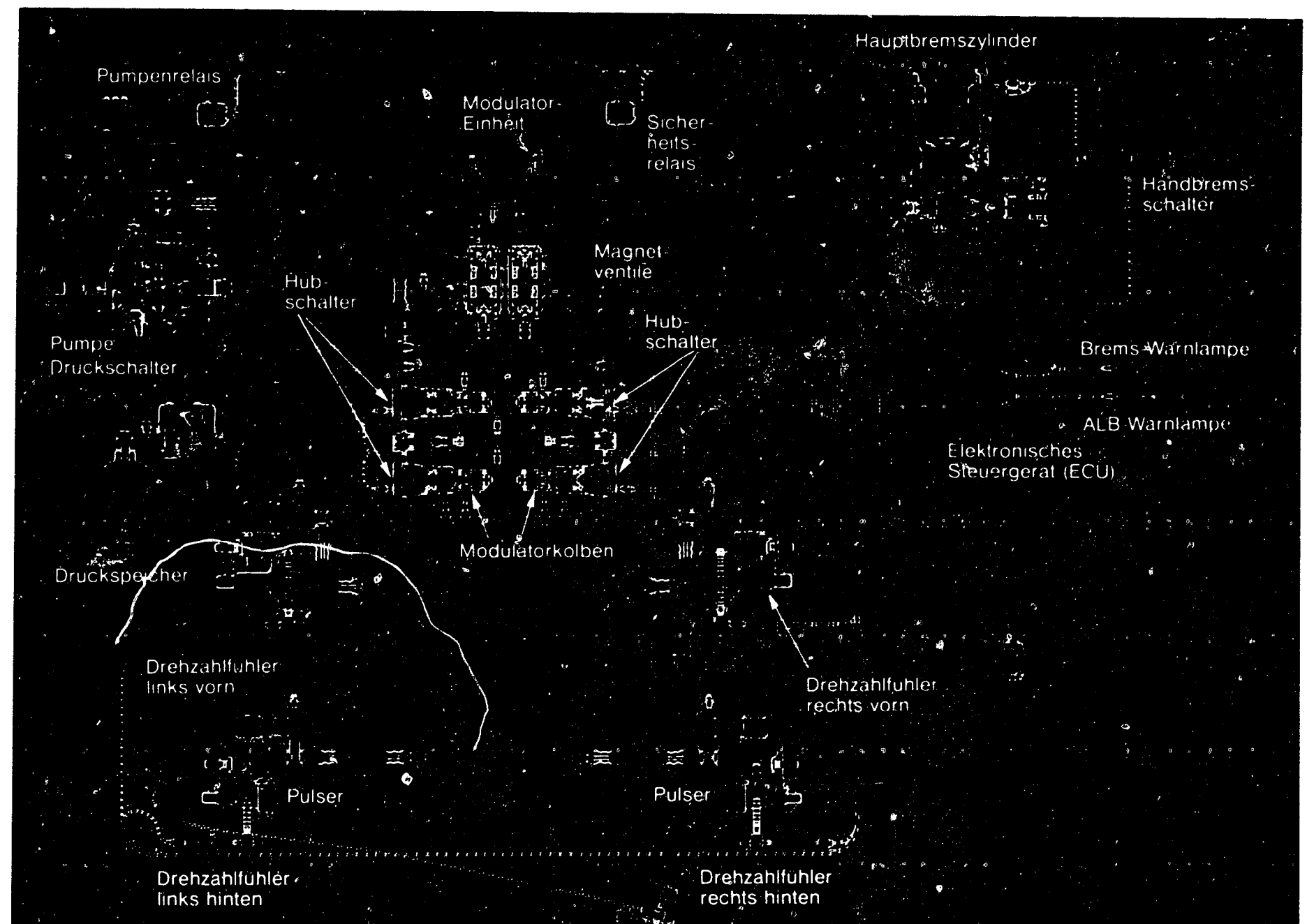
Antiblockiersysteme für Personenwagen



# 1. Bauteile und Funktion

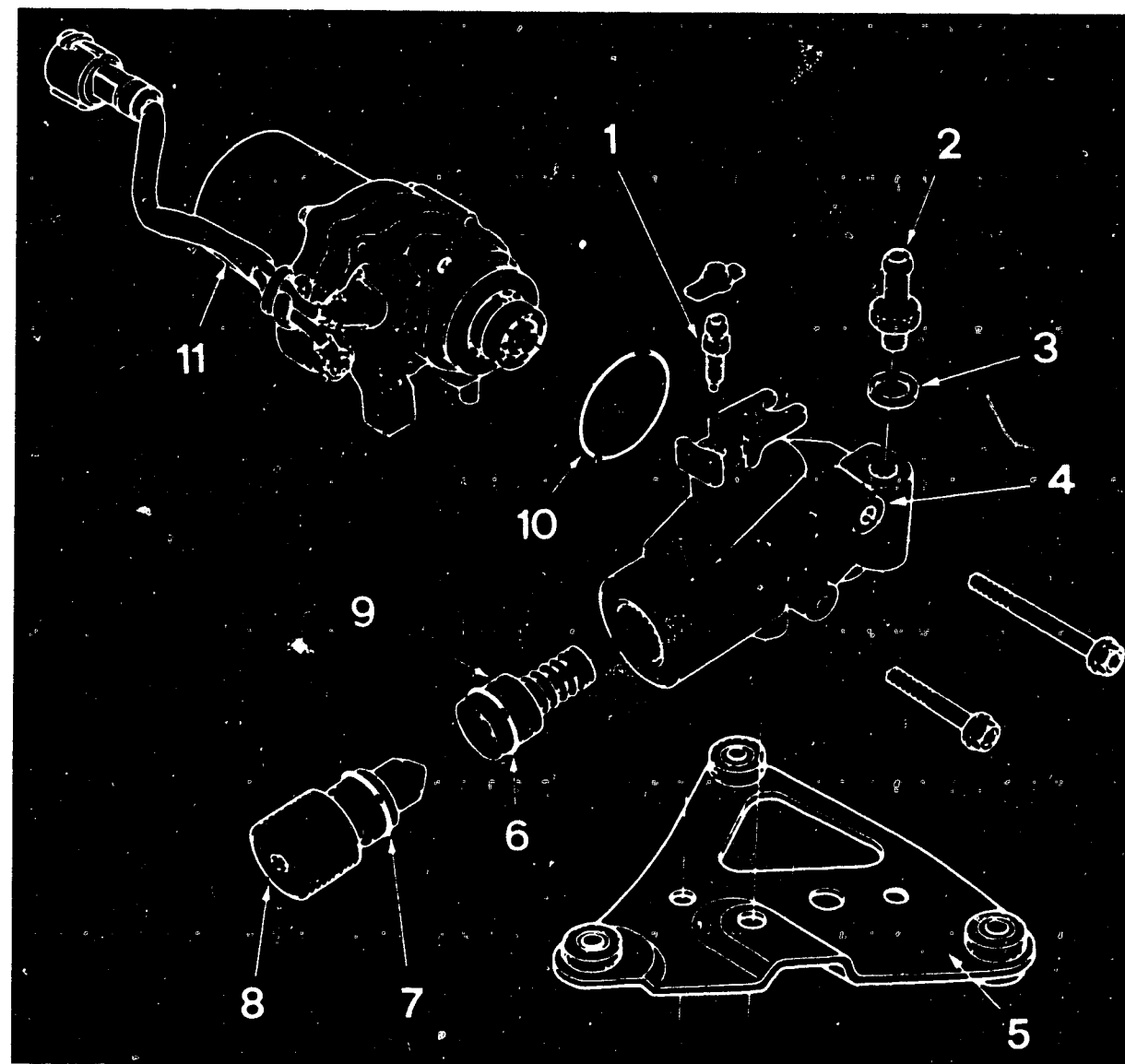
Der **Hauptbremszylinder** entspricht in Aufbau und Funktion ungefähr dem einer konventionellen Bremsanlage, steht aber grundsätzlich mit dem

- **Modulator** in Verbindung. Dieses Hydraulikaggregat enthält vier **Modulatorkolben**, von denen jeder einem Rad zugeordnet ist und die paarweise (pro Achse) im selben Zylinder laufen, sowie aus den zwei druckbestimmenden **Magnetventilen**, welche aus je einem Einlass- und einem Auslassventil bestehen und eine sehr kurze Ansprechzeit aufweisen (ca. 5ms). Die Verbindung zwischen vorderem und hinterem Regelkreis schaffen zwei **Druckkontrollventile**. Die einzelnen Modulatorkolben sind über einen Hub-schalter mit dem Steuergerät verbunden.
- Die **Hydraulikpumpe** wird von einem Elektromotor angetrieben. Ein exzentrisch angeordnetes Kugellager betätigt den Pumpenkolben, welcher die Hydraulikflüssigkeit in den
- **Druckspeicher** befördert. Der Speicher ist eine Gasfederausführung mit Stickstofffüllung (135bar). Er darf auf keinen Fall geöffnet werden. Überwacht wird der gespeicherte Hydraulikdruck vom
- **Druckschalter**, der via Steuergerät die Pumpe in Betrieb setzt, sobald der Speicherdruck einen festgelegten Wert unterschreitet. Der Speicherdruck liegt zwischen 200 und 230 bar.
- Die **Drehzahlgeber** an den einzelnen Rädern bestehen aus einem Fühler mit Permanentmagnet und Spule sowie einem Zahnring. Die ans Steuergerät weitergeleiteten Wechsellspannungssignale sind die Grundlagen der Antiblockierregelung.



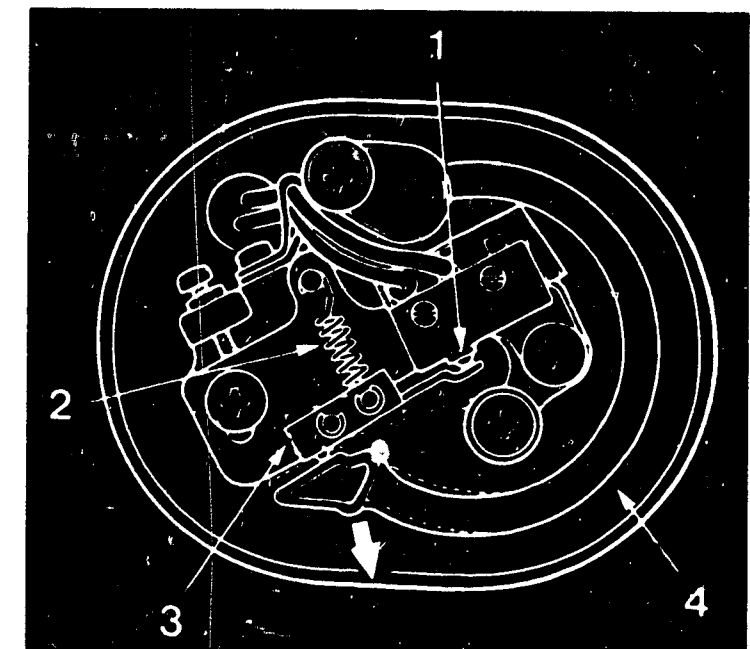
*Bild 2 Aufbau des Honda-Antiblockiersystems. Hauptbremszylinder, Modulator, Pumpe und Speicher sind getrennte Aggregate.*

- Das **Steuergerät** setzt sich aus einem Teil für die Regelfunktionen und einem Teil für die Nebenfunktionen wie Sicherheitseinrichtungen und Pumpensteuerung zusammen. Zur Regelung des Bremsdruckes werden aufgrund der Informationen der Raddrehzahlgeber die Magnetventile im Modulator angesteuert. Weiter enthält das Steuergerät einen Selbstdiagnoseteil, der bei Störungen die ALB-Warnleuchte betätigt.
- Die **ALB-Warnleuchte** im Kombiinstrument leuchtet auf, wenn das Steuergerät bei der Systemkontrolle einen Fehler erkennt. Das ALB ist dann nicht mehr in Funktion, die Betriebsbremse hingegen bleibt unverändert einsatzfähig.

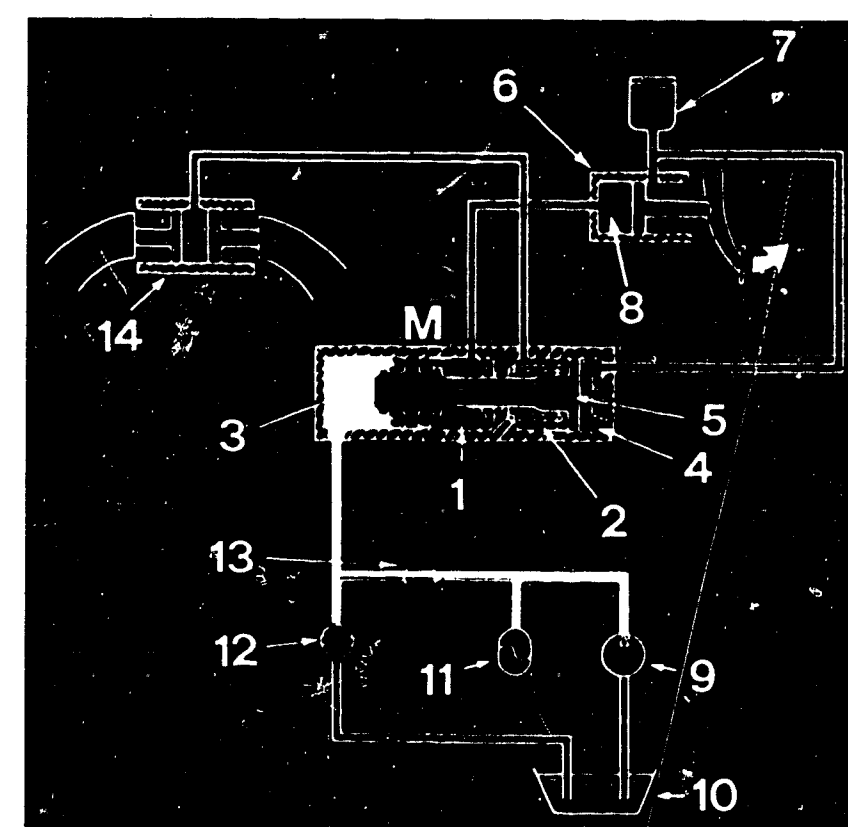
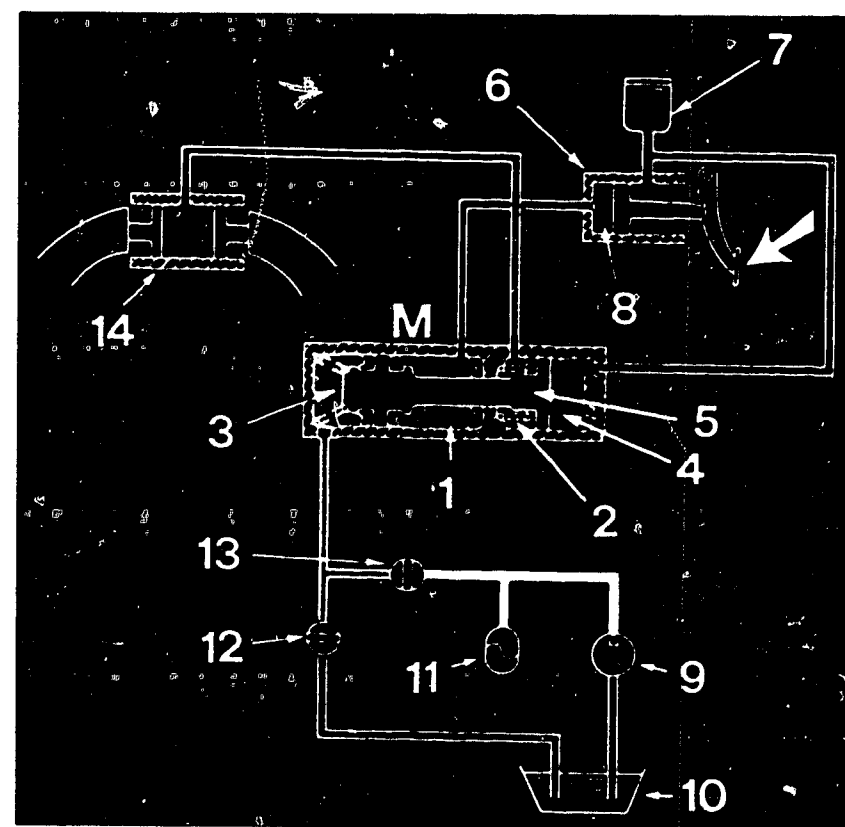
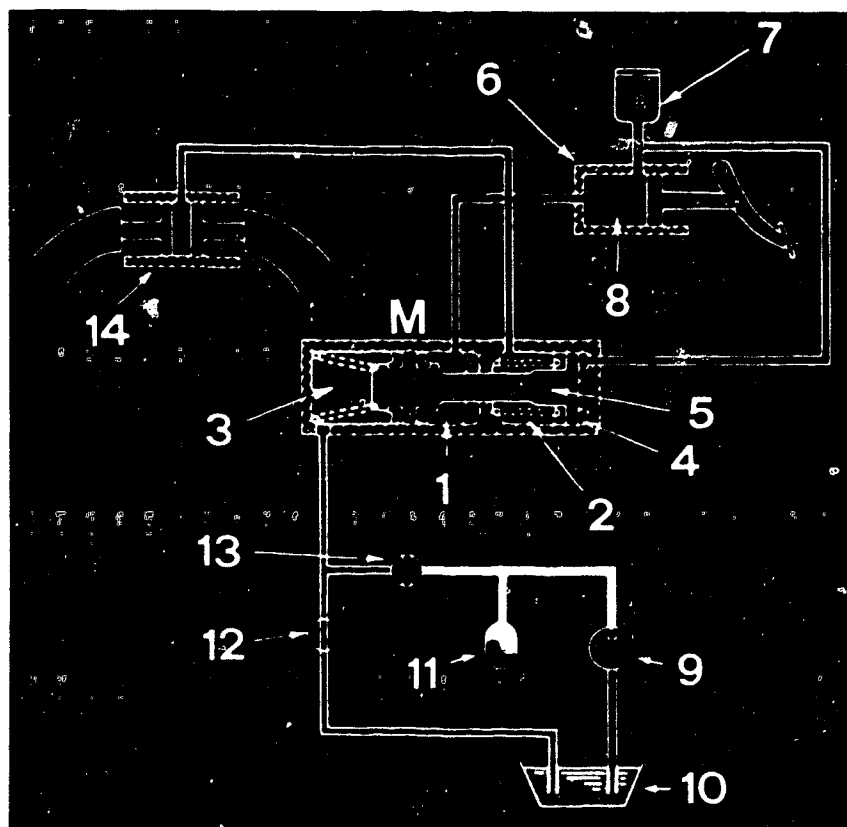


**Bild 3** Die Hydraulikpumpe mit Elektromotor. 1 Entlüfterschraube – 2 Anschlussstutzen – 3 Dichtring – 4 Pumpengehäuse – 5 Halterung – 6 und 7 Dichtringe – 8 Verschlusschraube – 9 Pumpenkolben – 10 Dichtring – 11 Motor.

**Bild 4** Der Druckschalter sorgt für konstanten Druck im Speicher. Über den Mikroschalter (1), der durch das Bourdonrohr (4), den Übertragungshebel (3) und die Feder (2) betätigt wird, erhält das Steuergerät Informationen über die Druckverhältnisse im Speicher. Dieser wandelt es dann in Steuerungssignale für das Pumpenrelais um.







## 2. Regelvorgang

Zu den **Hauptfunktionen des Steuergerätes** gehört die Verarbeitung der Radgeschwindigkeitsinformationen und die Ansteuerung der Einlass- und Auslassventile der beiden Magnetventileinheiten. Dabei unterscheidet das Steuergerät folgende Regelbedingungen:

- Schneller Druckaufbau** beim Einleiten der Bremsung, solange die Drehzahl mit konstanter Geschwindigkeit abnimmt oder sogar zunimmt (Wechsel  $\mu$  klein  $\rightarrow$   $\mu$  gross).
- Langsamer, stufenweiser Druckaufbau** bei geringem Schlupf und geringen Radgeschwindigkeitsänderungen.

*Bild 5 Die drei wesentlichen Funktionen der Antiblockierregelung: Druck aufbauen (oben links), konstant halten (oben Mitte) und abbauen (unten rechts). Siehe Text. M = Modulator – 1 bis 4 Druckkammern des Modulators – 5 Kolben – 6 Hauptbremszylinder – 7 Ausgleichsbehälter – 8 Druckkammer des Hauptbremszylinders – 9 Pumpe – 10 Ausgleichsbehälter – 11 Druckspeicher – 12 Auslassventil – 13 Einlassventil – 14 Radbremszylinder – Blau = Hauptbremszylinderdruck, hellblau = Radzylinderdruck, rot = Speicherdruck, grün = drucklos.*

**B7**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



**B8**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



c) **Konstanter Druck** bei geringem Schlupf und starker Verringerung der Radgeschwindigkeit, oder wenn die Radgeschwindigkeit nicht abnimmt und der Schlupf relativ gross ist. Allgemein: unter (noch) nicht definierten Umständen.

d) **Langsamer, stufenweiser Druckabbau** bei konstanter Radgeschwindigkeitsverminderung und sehr grossem Schlupf.

e) **Schneller Druckabbau** bei sehr grosser Verringerung der Radgeschwindigkeit (Wechsel  $\mu$  gross  $\rightarrow$   $\mu$  klein).

f) **Keine Antiblockierregelung** bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von weniger als 8 km/h.

Die **Nebenfunktionen des Steuergerätes** sorgen für die Betriebssicherheit des ALB-Systems. Diese wird durch die nachfolgend erwähnten drei Funktionen gewährleistet:

g) **Selbstdiagnose.** Der Selbstdiagnoseteil lässt die ALB-Warnlampe aufleuchten, wenn im ALB-System ein Fehler in Erscheinung tritt. Stellt er eine Störung im konventionellen Bremssystem fest, leuchtet die Bremswarnlampe auf.

h) **Sicherheitsschaltung.** Unter gewissen Umständen schaltet das Steuergerät über das Sicherheitsrelais die Stromversorgung des Vorderachsmagnetventiles aus. Die Vorderradbremse funktioniert dann ohne Blockierschutz wie eine gewöhnliche Bremsanlage.

i) **Backup.** Bei diagnostiziertem Fehler in der Hinterradbremse versucht diese Einrichtung, nach der Stilllegung des ALB-Systems eine provisorische Notregelung der hinteren Räder zu erreichen. Der eigentliche **Regelvorgang** setzt sich aus drei Hauptphasen zusammen; der erwähnte stufenweise Auf- und Abbau des Bremsdruckes wird durch Kombination dieser Phasen erreicht (vgl. Bild 4):

#### Druckaufbau

Im Magnetventil sind das Auslassventil (12) offen und das Einlassventil (13) ge-

schlossen. Der Pedaldruck überträgt sich vom Hauptbremszylinder auf Kammer 1 des Modulators (M). Wobei zu erwähnen ist, dass für jedes Rad ein eigener Modulator vorhanden ist. In Kammer 3 steht die Flüssigkeit unter Atmosphärendruck. Der Kolben (5) wird nach links gedrückt und bewirkt einen Druckanstieg in Kammer 2 und im Radzylinder (14).

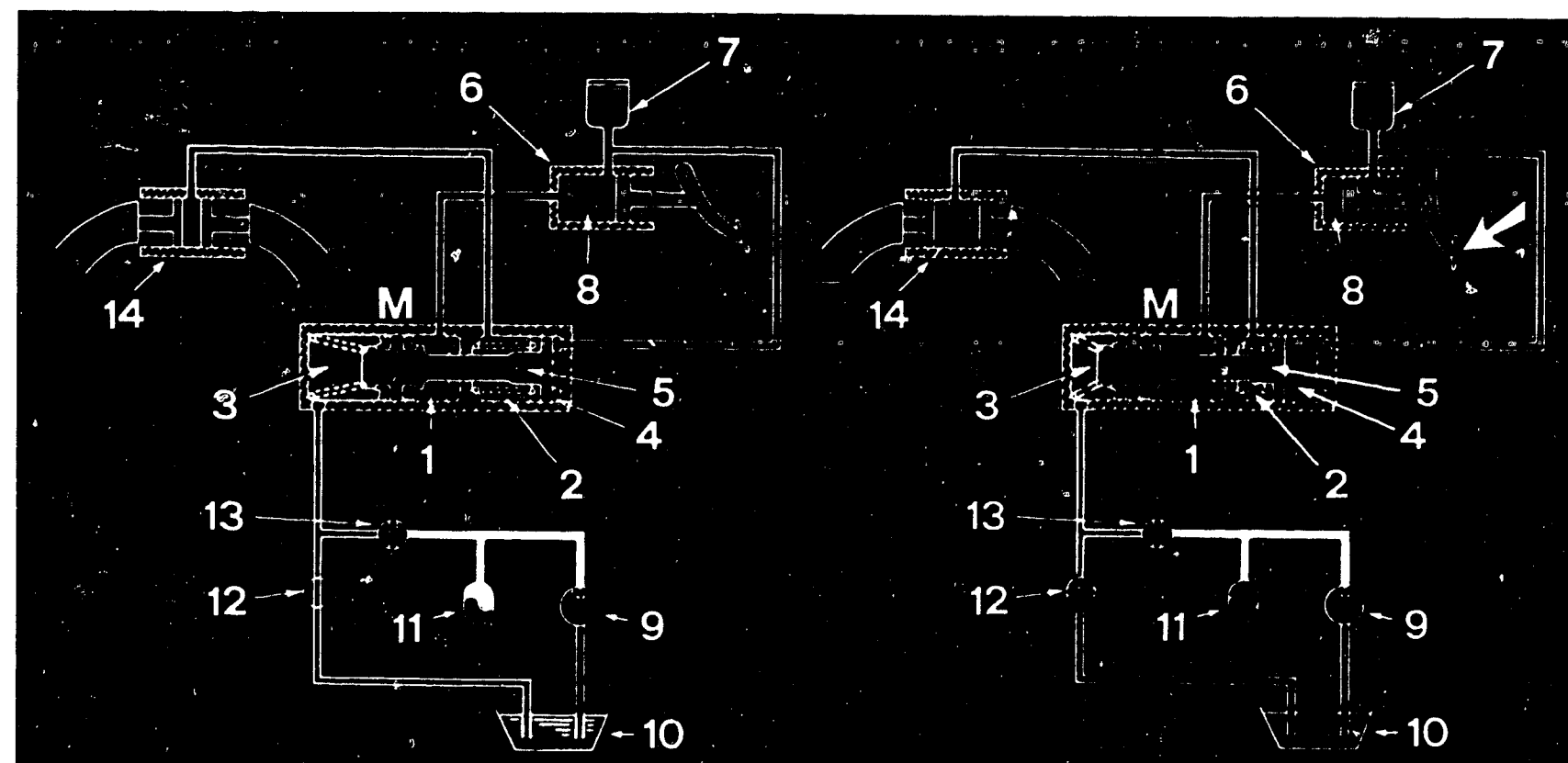
#### Konstanter Druck

Bei drohender Blockiergefahr wird das Auslassventil (12) geschlossen. der Druckanstieg in Kammer 3 verhindert eine weitere Bewegung des Kolbens (5) nach links. Da nun auch Kammer 2 unverändert bleibt, hält sich der Bremsdruck im Radzylinder (14) konstant.

#### Druckabbau

Meldet der Raddrehzahlfühler nach wie vor Blockiergefahr, lässt das Steuergerät das Einlassventil (13) öffnen. Damit baut sich der hohe Druck vom Druckspeicher auch in Kammer 3 des Modulators (M) auf und bewegt den Kolben (5) nach rechts, womit die Kammer 2 vergrössert und der Radzylinderdruck verkleinert wird.

Je nach Kraftschlussbeiwert  $\mu$  durchläuft die Anlage pro Sekunde 4 bis 10 Regelzyklen. Die Druckänderungen lassen das Bremspedal dabei spürbar pulsieren. Akustisch macht sich die Regelung durch schnatternde Magnetventile bemerkbar.



### 3. Wartungs- und Reparaturarbeiten

Sind am **Hochdrucksystem** (Pumpe, Speicher, Leitungen, Magnetventile und Magnetventilkopf) Servicearbeiten durchzuführen, muss vorerst der Druck abgebaut werden. Dazu ist auf der Pumpe eine Entlüfterschraube vorgesehen. Diese wird mit einem Spezialwerkzeug (ALB-T-Schlüssel, siehe Bild 6) langsam um 90° und danach um eine ganze Umdrehung weiter geöffnet. Nach der Druckentspannung dreht man die Schraube wieder zu und verschliesst sie mit der roten Kappe.

#### a) Magnetventile (Bild 6)

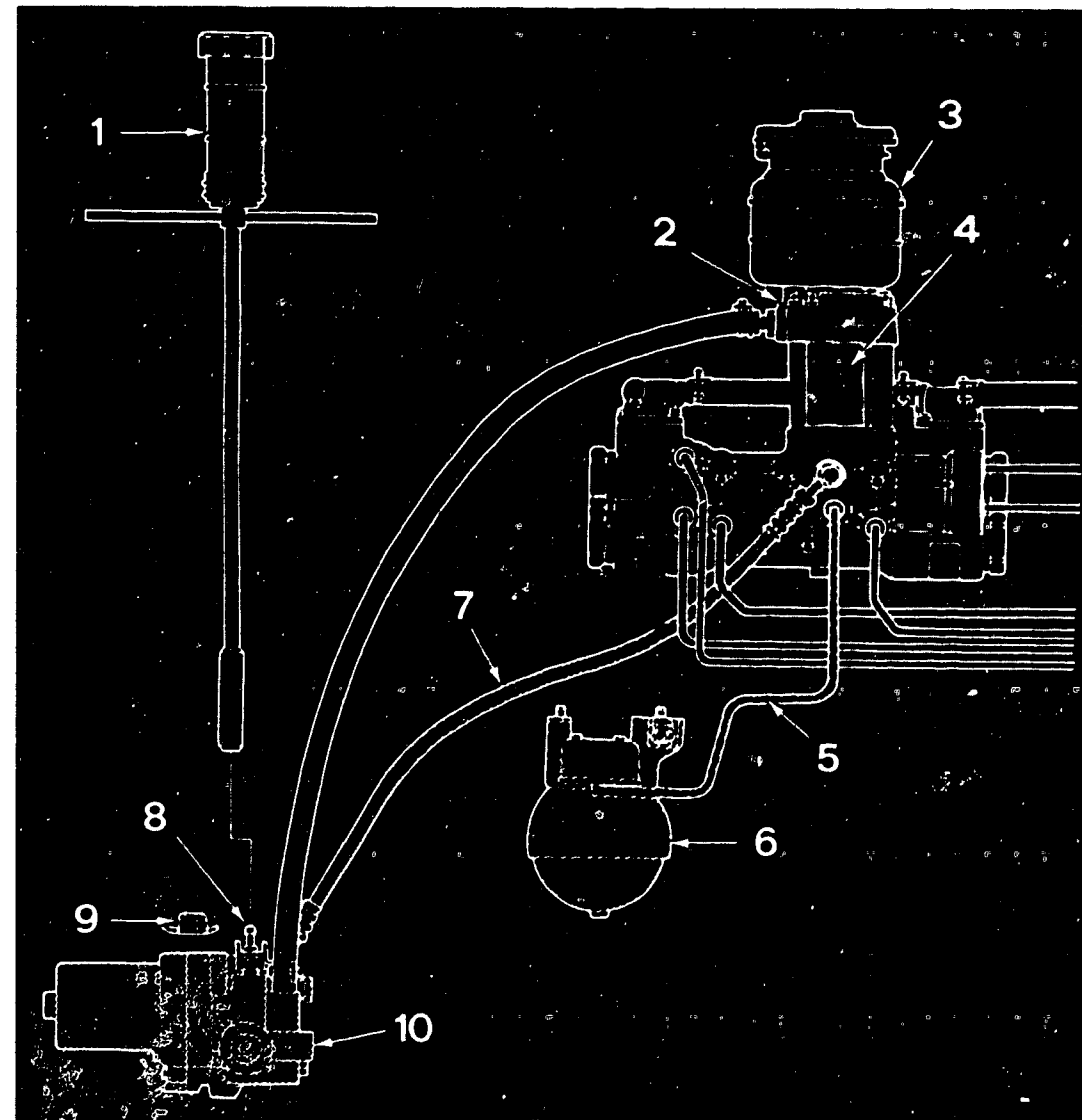
Sie dürfen nicht zerlegt werden. Sie sind stets als Einheit und mit neuen Dichtungen zu ersetzen. Ihre Einbaulage ist durch die Kennzeichnung «F» (vorne) und «R» (hinten) gegeben. Die Ventile dürfen nicht vertauscht werden.

#### b) Hubschalter (Bild 7)

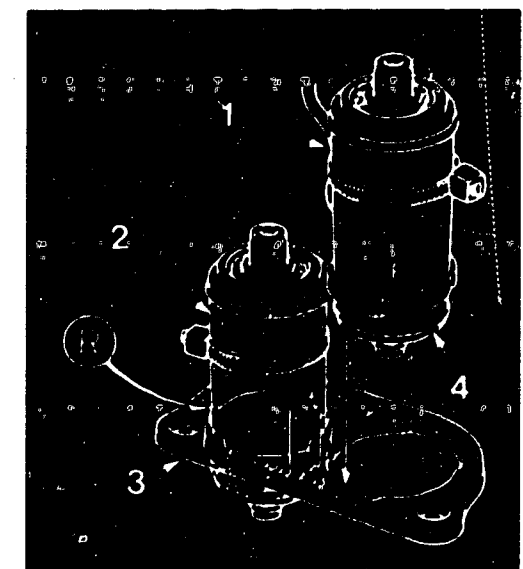
Sie sind am Ende der Modulatorkolben eingeschraubt und müssen einen mindestens 18mm weit vorstehenden Schalterkolben aufweisen. Zwischen dem Schaltergehäuse und dem Kabel muss Stromdurchgang bestehen, sobald der Kolben kürzer als  $17,2 \pm 0,7\text{mm}$  ist. Die Schalter sind mit 80Nm festzuziehen.

#### c) Raddrehzahlfühler

Diese müssen so montiert sein, dass sich bei Vorder- und Hinterrädern zum Zahnring ein Luftspalt von 0,4 ... 1,0mm ergibt.



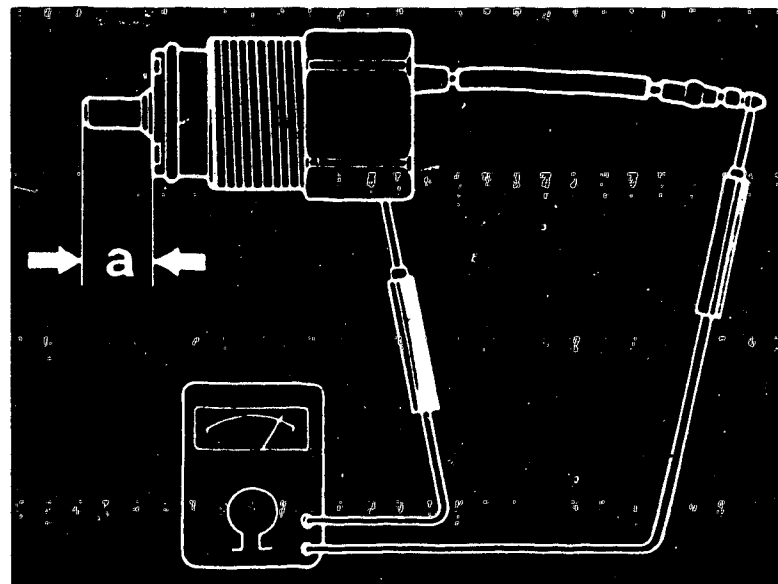
*Bild 6 Das ALB-Hochdrucksystem mit Entlüfterschüssel (1), Magnetventilkopf (2), Ausgleichsbehälter (3), Magnetventil (4), Druckleitung (5), Druckspeicher (6), Druckschlauch (7), Entlüftungsanschluss (8) und Verschlusskappe (9).*



*Bild 7 Die Magnetventile sind mit «F» (vorne, und «R» (hinten, 2) gekennzeichnet. 3 Halterung – 4 Dichtring.*

#### d) Steuergerät

Das elektronische Steuergerät ist mit dem Sicherheitsrelais zusammen unter dem Vorderteil der Mittelkonsole eingebaut. Zum Ausbau muss die Konsole entfernt werden. Ein seitlicher Wartungsdeckel erlaubt den schnellen Anschluss des ALB-Checkers (Bild 9). **Wichtig!** Bei Elektro-schweissarbeiten sind die Stecker immer vom Steuergerät abzuziehen.



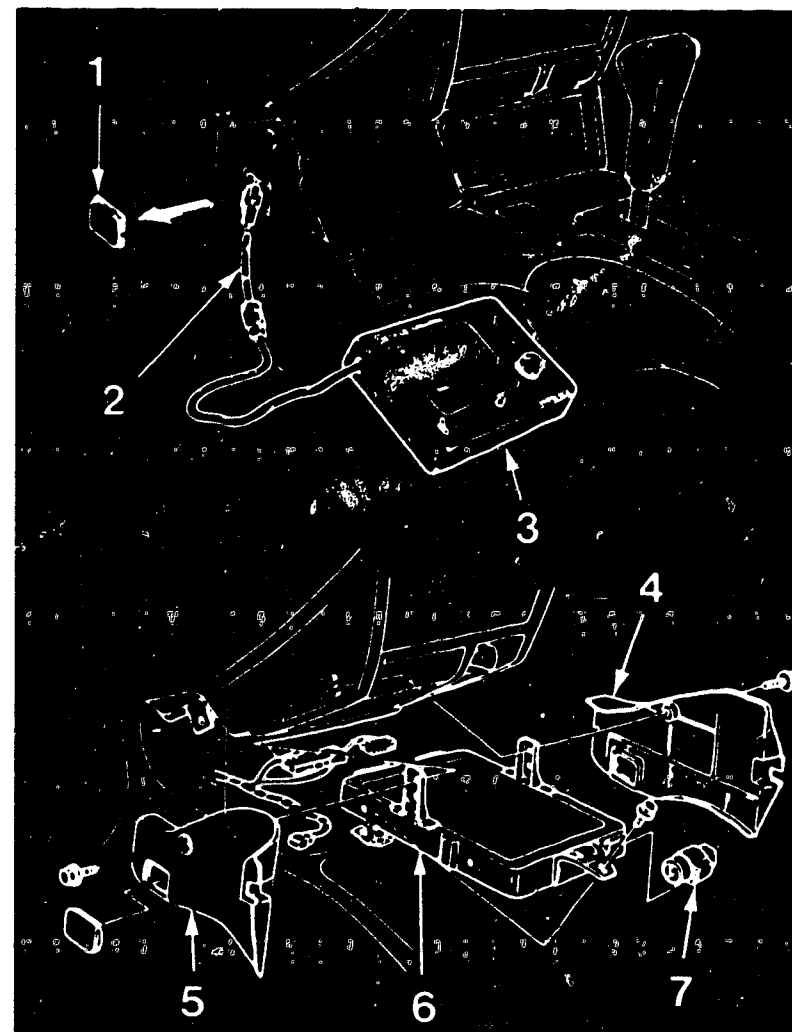
**Bild 8** Prüfen des Hubschalters. Zwischen Schalterhebel und Masse muss Stromdurchgang bestehen, wenn der vorspringende Kolbenteil (Mass a) kürzer als  $17,2 \pm 0,7 \text{ mm}$  misst.

#### e) Entlüften

Es müssen das Hauptbremsystem und das ALB-geregelte Teilsystem entlüftet werden (Bild 11):

##### Hauptsystem

- Handpumpe auf Ausgleichsbehälter des Hauptbremszylinders aufsetzen und Schraube A entlüften.
- Schraube B lösen und von Zweitperson Pedal nach Verfahren 2 (Bild 10) nieder-treten lassen bis fast blasenfreie Brems-flüssigkeit ausfließt.



**Bild 9** Für den Anschluss des ALB-Testers braucht das Steuergerät nicht ausgebaut zu werden. 1 Wartungsdeckel – 2 Kabelbaum-adap-ter – 3 ALB-Tester – 4 und 5 Konsolen-seitenteile – 6 Steuergerät – 7 Sicherheits-relais.

- Schraube C analog vorgehen
- Radzylinder vorne links entlüften, dazu Pedal nach Verfahren 1 ungefähr 30mal, dann nach Verfahren 2 5- bis 6mal tre-ten.
- Restliche Radzylinder analog in angege-bener Reihenfolge entlüften.
- Nochmals Schrauben B und C entlüften.
- Ausgleichsbehälter des Hauptbremszy-linders bis Maximum auffüllen und Ver-schlussdeckel mit «F»-Markierung nach vorne montieren.

#### Hauptcharakteristiken:

Bremsflüssigkeit ..... DOT 3 oder DOT4  
Füllmenge in Vorratsbehälter  
bis «MAX»-Markierung ..... 0,12  
Empfohlener Ölwechsler-  
druck ..... 3...bar ;

#### Anzugsdrehmomente (Nm)

Hubschalter ..... 80  
Überdruckventil  
Halteflansch ..... kleine 18,  
grosse 38  
Pumpenkolbenverschluss (Inbus) ..... 28  
Druckspeichermutter ..... 38  
Druckschalterbolzen ..... 35  
Raddrehzahlfühler ..... 22

## ALB-System

- Ausgleichsbehälter des Modulators auffüllen und Ohmmeter am schwarzen und am gelben Kabelkontakt des Druck-schaltersteckers anschliessen.
- Pumpenmotorstecker mit Batterie verbinden. In der Nähe der positiven Klemme Schalter anbringen, diesen für 4 Sekunden einschalten und Stromdurchgang prüfen.
- Hydraulikverbindung zwischen Druckspeicher und Modulator durch Betätigen der Magnetventile und Lösen der Schrauben D und E entlüften. E entspricht dem vorderen, D dem hinteren Magnetventil.
- Ausgleichsbehälter des Modulators bis Maximum auffüllen und Verschlussdeckel mit «F»-Markierung nach vorne montieren.

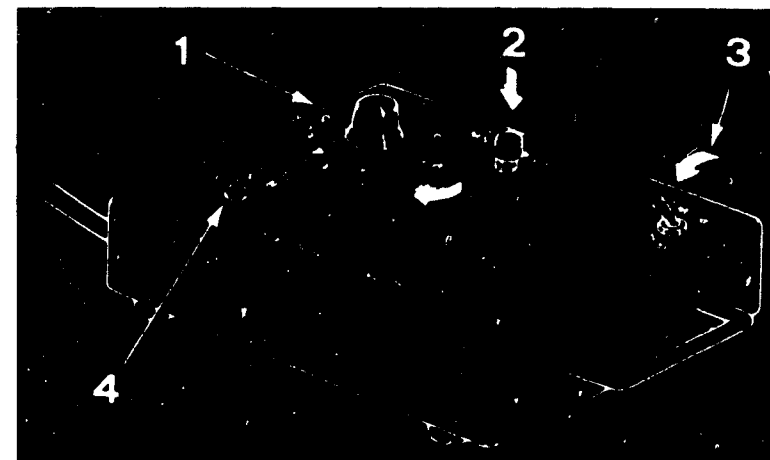
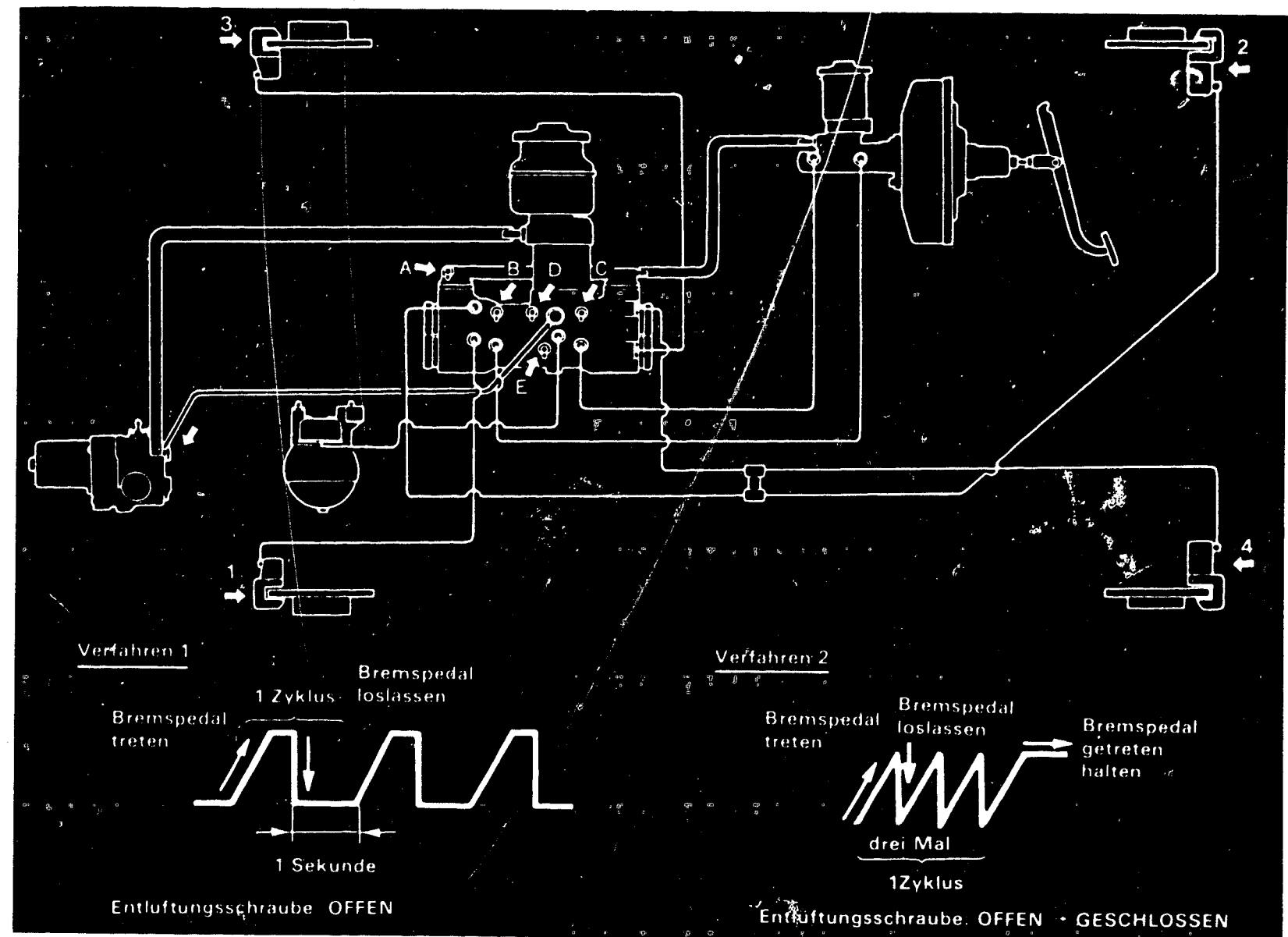
### f) Warnlampen

Leuchtet die ALB-Warnlampe während der Fahrt auf, soll das Fahrzeug angehalten und der Motor abgestellt werden. Erlischt die Lampe nach dem erneuten Start des Motors nicht, muss die Anlage überprüft werden.

**Vorsicht:** Bei 84er-Modellen erlischt die Warnlampe erst nach dem Motorstart und dem ersten Niederdrücken des Bremspedals.

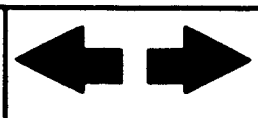
### g) ALB-Checker

Mit dem von Honda hergestellten speziellen ALB-Tester lässt sich durch Simulation tatsächlicher Betriebsbedingungen jede einzelne Systemfunktion kontrollieren.



▲ Bild 11 Entlüften der Anlage: Alle mit Pfeil bezeichneten Stellen müssen – in der angegebenen Reihenfolge – entlüftet werden. Die im Text erwähnten Pumpenverfahren 1 und 2 sind zur Verdeutlichung grafisch dargestellt.

◀ Bild 10 ALB-Prüfgerät, mit welchem durch Betätigen des Betriebswahlschalters (1) sechs verschiedene Betriebsarten geprüft werden können. 2 Startknopf – 3 Netzschalter – 4 Besetzlampe.



# Fehlersuchtable für ALB von Honda

Störung	Mögliche Störquelle		Prüfung
<b>Beim Starten des Motors</b> ALB-Warnleuchte brennt nach Einschalten der Zündung nicht	elektrische Verbindung	1	Sicherung, Lampe, Kabel
	Masseverbindung des Steuergerätes	2	Massekabel
	Steuergerät	3	Steuergerät ausbauen, Zündung einschalten. Falls Warnleuchte nach Masseverbindung des Anschlusses 16 des 21-poligen Steckers brennt, ist das Steuergerät defekt.
ALB-Warnleuchte erlischt nach Motorstart nicht	Steuergerät	4	Beide Stecker entfernen und <b>Spannungen</b> messen zwischen den Anschlüssen 7/8/24/29 und der Karosserie ( <b>11...14 V</b> ). Falls die <b>Widerstände</b> zwischen den Anschlüssen 9/20/28/30 und der Karosserie zwischen <b>2,5 und 10,0 <math>\Omega</math></b> liegen, ist das Steuergerät defekt.
	Magnetventile	5	Vorderes: Anschlüsse 9 und 12, hinteres: Anschlüsse 28 und 30 kontrollieren
Bremswarnleuchte erlischt nicht	Bremsflüssigkeitsniveau	6	Sichtprüfung
	Dichtheit des Hydrauliksystems		
	Hubschalter	7	Kein Stromdurchgang, wenn der Hubkolben mehr als $17,2 \pm 0,7$ mm vorsteht.
	Steuergerät	8	Hubschalter angeschlossen. Besteht zwischen den Anschlüssen 11/21/25/26 und der Fahrzeugmasse überall Stromdurchgang, ist das Steuergerät defekt.
<b>Im Fahrbetrieb</b> ALB-Warnleuchte blinkt oder brennt ständig	Bereifung	9	Abrollumfang muss einheitlich sein.
	Geberwiderstand	10	Widerstand der Raddrehzahlgeber = 500...1000 $\Omega$
	Pumpe/ Pumpenrelais		→ 14
Pumpe läuft ständig und ALB-Warnleuchte brennt	Bremsflüssigkeitsniveau	11	Sichtprüfung
	Anschluss Druckschalter		
	Druckschalter	12	Bei arbeitender Pumpe muss der Druckschalter innerhalb von 30...60 Sek. einschalten.
	Druckspeicher	13	Nach Einschalten des Druckschalters wird die Pumpe 4s lang weiter laufengelassen. Überschreitet die geförderte Menge die «Upper»-Markierung, ist der Druckspeicher schadhaft.
	Pumpe	14	Entlüfterschraube lösen, Pumpe für 5s arbeiten lassen, Entlüfterschraube schliessen und prüfen, ob sich das Pumpengeräusch verändert hat. Wenn ja, sind Druckschalter oder -speicher defekt. Wenn nein, muss das System entlüftet und dann eventuell die Pumpe ersetzt werden.
	Steuergerät	15	Bei Durchgang zwischen Anschluss 14 des Steuergerätes und der Fahrzeugmasse ist das Steuergerät defekt.

**B17**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



**B18**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen





# Klemmbezeichnung – ALB (Prelude '83) 12-Pol und 21-Pol-Stecker am ECU

Klemme	Farbe	Angeschlossenes Bauteil	Messgrösse
1	Ge/Gn	vom Drehzahlfühler, nach Kl. 4	500 – 1000 $\Omega$
2	W/BI	Signal vom Regler (Klemme L)	11 – 14,5 V
3	O	Handbremsschalter (angezogener Hebel)	0 V (11 – 14,5 V)
4	Gn/S	Drehzahlfühler (V.R.)	500 – 1000 $\Omega$
5	S	Masse	0 V
6	Br	vom Drehzahlfühler, nach Kl. 18	500 1000 $\Omega$
7	S/R	IG (Zündung 1)	11 – 14,5 V
8	W	+ B 3	11 – 14,5 V
9	Lg	Magnetventil der Vorderachse (Einlassventil)	2,5 – 10 $\Omega$
10	W/R	Sicherheitsrelais – Arbeitskontakt (+ B1)	0 V
11	BI/W	zum Hubschalter	0 – 50 $\Omega$
12	P	Sicherheitsrelais – Magnetspule	11 – 14,5 V
13	Gn/W	Bremslichtschalter (Bremspedal gedrückt)	0 V (11 – 14,5 V)
14	Ge	zum Druckschalter	0 V
15	Gn/R	Bremswarnleuchte, Bremsflüssigkeitsschalter	11 – 14,5 V
16	R/BI	ALB-Warnleuchte	11 – 14,5 V
17	Ge/R	Pumpenrelais	11 – 14,5 V
18	Gn/BI	zum Drehzahlfühler (V.L.)	500 – 1000 $\Omega$
19	–	nicht belegt	–
20	Ge/S	Magnetventil der Vorderachse (Auslassventil)	2,5 – 10 $\Omega$
21	BI/Gn	zum Hubschalter	0 – 50 $\Omega$
22	S	Masse	0 V
23	Gr	Vom Drehzahlfühler, nach Kl. 31 und 32	0 V
24	S/Ge	IG 2 (Zündung 2)	11 – 14,5 V
25	BI/R	zum Hubschalter	0 – 50 $\Omega$
26	BI/Ge	zum Hubschalter	0 – 50 $\Omega$
27	–	nicht belegt	–
28	Ge/W	Magnetventil der Hinterachse (Auslassventil)	2,5 – 10 $\Omega$
29	W	+ B 2	11 – 14,5 V
30	R/W	Magnetventil der Hinterachse (Einlassventil)	2,5 – 10 $\Omega$
31	Lb	zum Drehzahlfühler (H.L.)	500 – 1000 $\Omega$
32	Gn/Ge	zum Drehzahlfühler (H.R.)	500 – 1000 $\Omega$

## Beachte:

Die angegebenen Spannungen beziehen sich auf eine vollgeladene Batterie, eingeschaltete Zündung bzw. laufenden Motor (Regler) und abgezogene Kabelstecker (21-Pol und 11-Pol).

## Farbschlüssel:

P	Rosa	Ge	Gelb	O	Orange	R	Rot
BI	Blau	Lb	Hellbraun	Gr	Grau	S	Schwarz
Br	Braun	Lg	Hellgrün	Gn	Grün	W	Weiss

## Fehlersuche am elektronischen Teil

Zur Fehlersuche am elektronischen System ist ein Volt- und Ohmmeter erforderlich. Beim Messen an den Steuergeräte- und Kabelsteckern (Bild 12) vorsichtig vorgehen, um keine Kurzschlüsse zu produzieren. Wo Sollwerte nicht erreicht werden, sind immer auch die Sicherungen (Bild 13) zu prüfen und gegebenenfalls auszuwechseln.

**B19**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen



**B20**

Werkstatt-Service

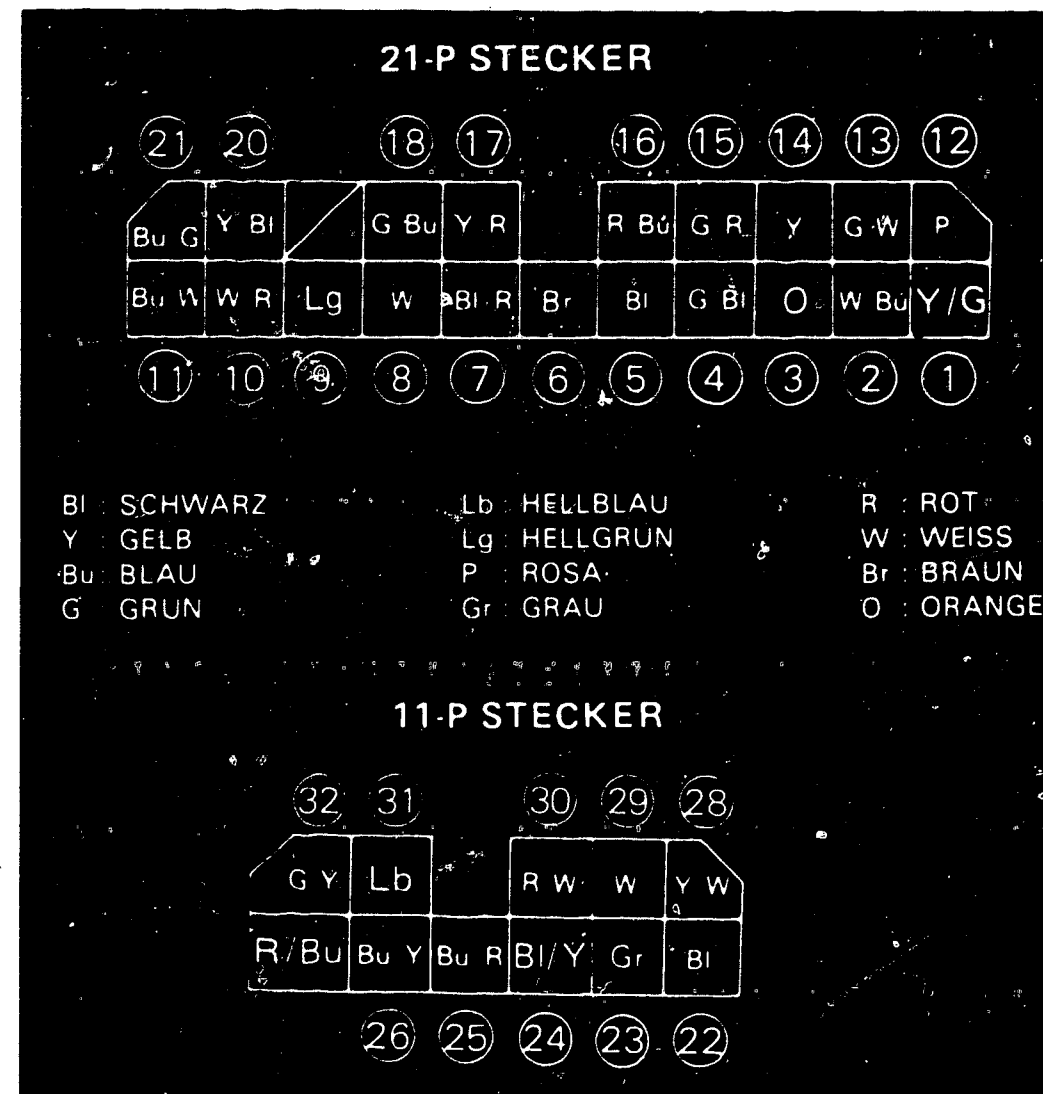
Antiblockiersysteme für Personenwagen



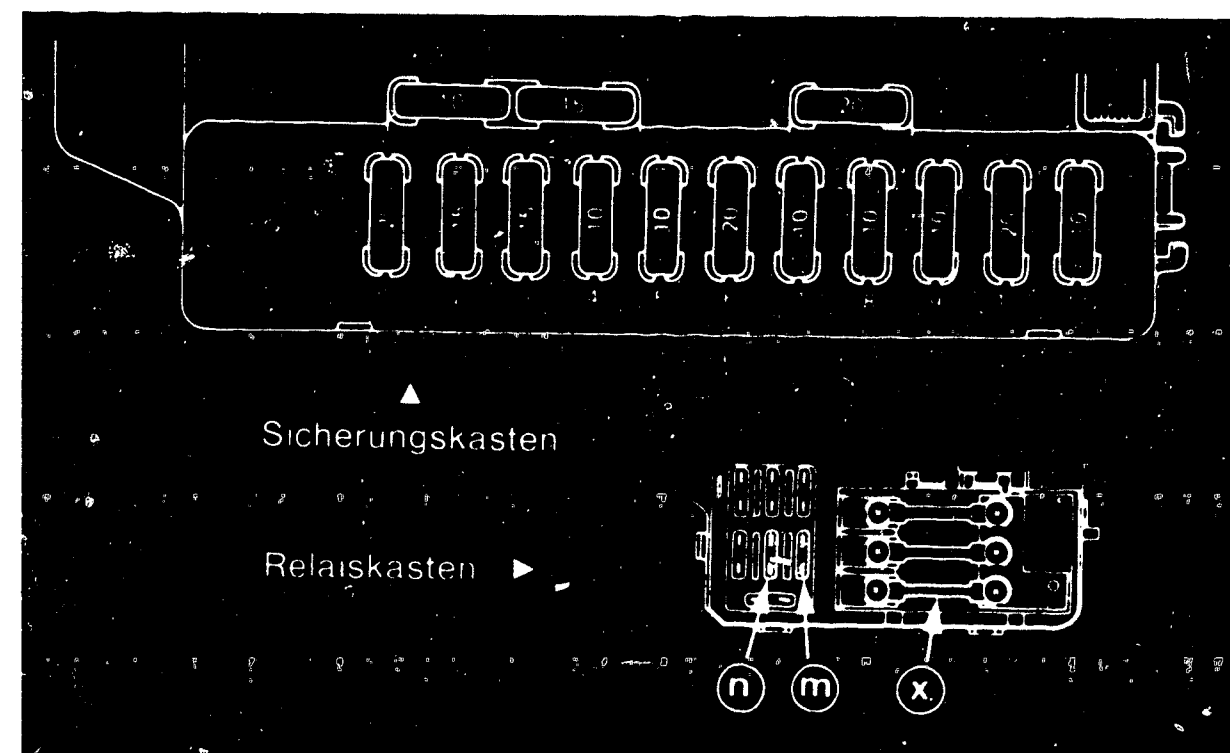
# Fehlersuchtable für den elektronischen Teil

Störungsart	Auszuführende Arbeiten	Sollwerte oder vorzunehmende Arbeiten
ALB-Lampe leuchtet beim Einschalten der Zündung nicht ↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung Nr. 5 und Lampe selbst prüfen ↓ Lampe brennt nicht</li> <li>- Masseverbindung des Steuergerätes kontrollieren ↓ Lampe brennt nicht</li> <li>- Steuergerät ausbauen und bei eingeschalteter Zündung Kontakte der 21-P-Steckverbindung an Masse kurzschliessen ↓ Lampe brennt nicht</li> <li>- Kabelstrang auf Instrumententafelseite defekt</li> </ul>	<p>ggf. Auswechseln</p> <p>ggf. richtig stellen</p> <p>↓ Lampe brennt Steuergerät ersetzen</p>
ALB-Lampe erlöscht nicht, wenn das Bremspedal gedrückt ist, nachdem der Motor gestartet ist.	<p>Steuergerätestecker abziehen und Spannung zwischen Kl. 13 des 21-P-Steckers und Masse messen</p> <p>↓ i.O.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuergerätestecker trennen und bei eingeschalteter Zündung Spannungen zwischen Kl. 7, 8, 24 oder 29 des 11-P- und 21-P-Steckers und Masse messen</li> </ul> <p>↓ i.O.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuergerätestecker trennen, bei eingeschalteter Zündung Kl. 12 des 21-P-Steckers zur Masse kurzschliessen Zwischen Kl. 10 und Masse sollen dann →</li> </ul> <p>↓ i.O.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuergerätestecker trennen. Bei eingeschalteter Zündung Kl. 12 des 21-P-Steckers auf Masse kurzschliessen. Ferner Kl. 12 des 12-P-Steckers auf Masse kurzschliessen Zwischen Kl. 10 und Masse müssen dann →</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuergerätestecker trennen und zwischen den Anschlüssen 9, 20, 28 oder 30 des 11-P- und 21-P-Steckers und Masse Widerstand messen ↓ 2,5-10Ω Steuergerät ersetzen</li> <li>↓ 0Ω oder &gt; 10Ω Vordere Magnetspule (Kl. 9/20) Hintere Magnetspule (Kl. 28/30)</li> </ul>	<p>Sollwert 10-14 V</p> <p>Sollwert 10-14 V Wenn Spannung OV ↓ Sicherungen 20 S-Kasten, X R-Kasten, 8 S-Kasten und m R-Kasten ersetzen</p> <p>10-14 V vorhanden sein</p> <p>10-14 V vorhanden sein Wenn Spannung 0 ↓ Ausfallsicherheitsrelais ersetzen</p> <p>prüfen und ersetzen</p>
Lampe leuchtet hie und da auf oder brennt dauernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfen, ob gleichgrosse Reifen montiert sind ↓ i.O.</li> <li>- Rad-Drehzahlsensoren überprüfen (Widerstände) ↓ i.O.</li> <li>- Steckverbindung des Steuergerätes trennen und bei eingeschalteter Zündung Kl. 17 der 21-P-Steckverbindung an Masse kurzschliessen, → Pumpe muss laufen. Wenn nicht ↓ i.O.</li> <li>- Prüfen ob Druckschalter eingeschaltet ist ↓ i.O. Steuergerät auswechseln</li> </ul>	<p>Sollwert 500-1000Ω</p> <p>Motorrelais ersetzen</p>





**Bild 12** 21-P- und 11-P-Steckverbindungen am Steuergerät mit der Klemmen-Nummerierung und den Kabelfarben.



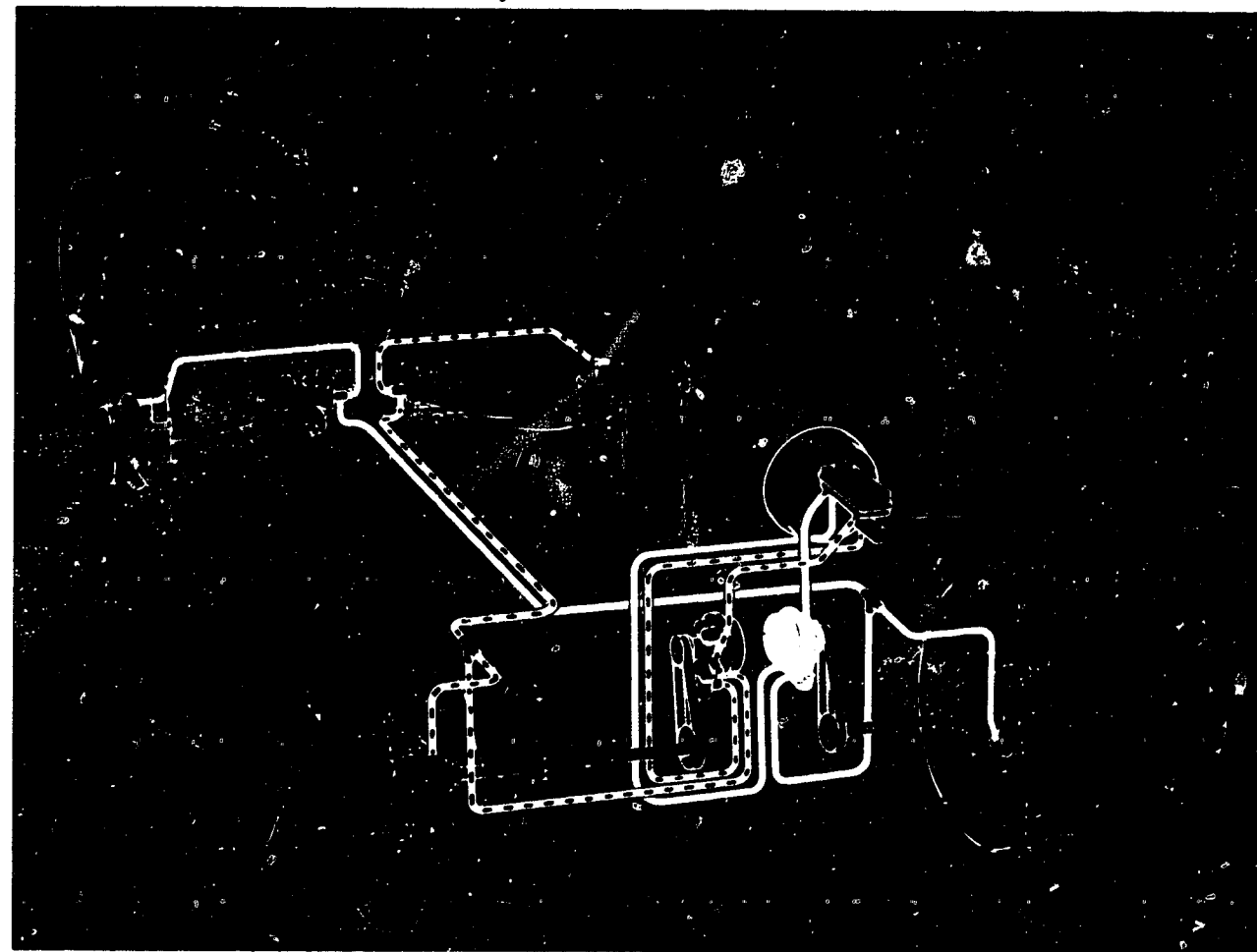
**Bild 13** Die Lage der Sicherungen im Sicherungskasten im Fahrzeug und im Relaiskasten (Motorraum).

# III. Stop Control System (SCS) von Lucas-Girling

## Einleitung

Dieses rein mechanisch auf das hydraulische Bremssystem der Vorderräder einwirkende Antiblockiersystem wird auf Wunsch in den beiden Ford Modellen Escort und Orion eingebaut. Seine Entwicklung geht auf eine Zusammenarbeit von Lucas und Ford zurück. Das nach dem Trägheitsprinzip funktionierende System ist speziell für kleine, frontgetriebene Fahrzeuge mit diagonal aufgeteilten Bremskreisen konzipiert. Es erfüllt seine Aufgabe, das Blockieren der Räder auf glitschiger Fahrbahn zu verhindern, ähnlich wie ein wesentlich teureres elektronisches System. Bei langsamer Fahrt, d. h. bei Geschwindigkeiten unter 8km/h, ist es ähnlich wie elektronisch geregelte Anlagen, nicht wirksam.

Durch den Wegfall der elektronischen Bauelemente ist es gelungen, das SCS gegenüber den bisher angebotenen Anlagen wesentlich preisgünstiger zu bauen.



*Bild 1 Das Lucas-Antiblockiersystem kommt ohne elektronische Steuerung aus. Die Raddrehzahl-Informationen werden mit Zahnriemen zu den druckregelnden Modulatoren übermittelt. Jedes Hinterrad verfügt über einen lastabhängigen Bremskraftregler.*

**C1**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen



**C2**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen



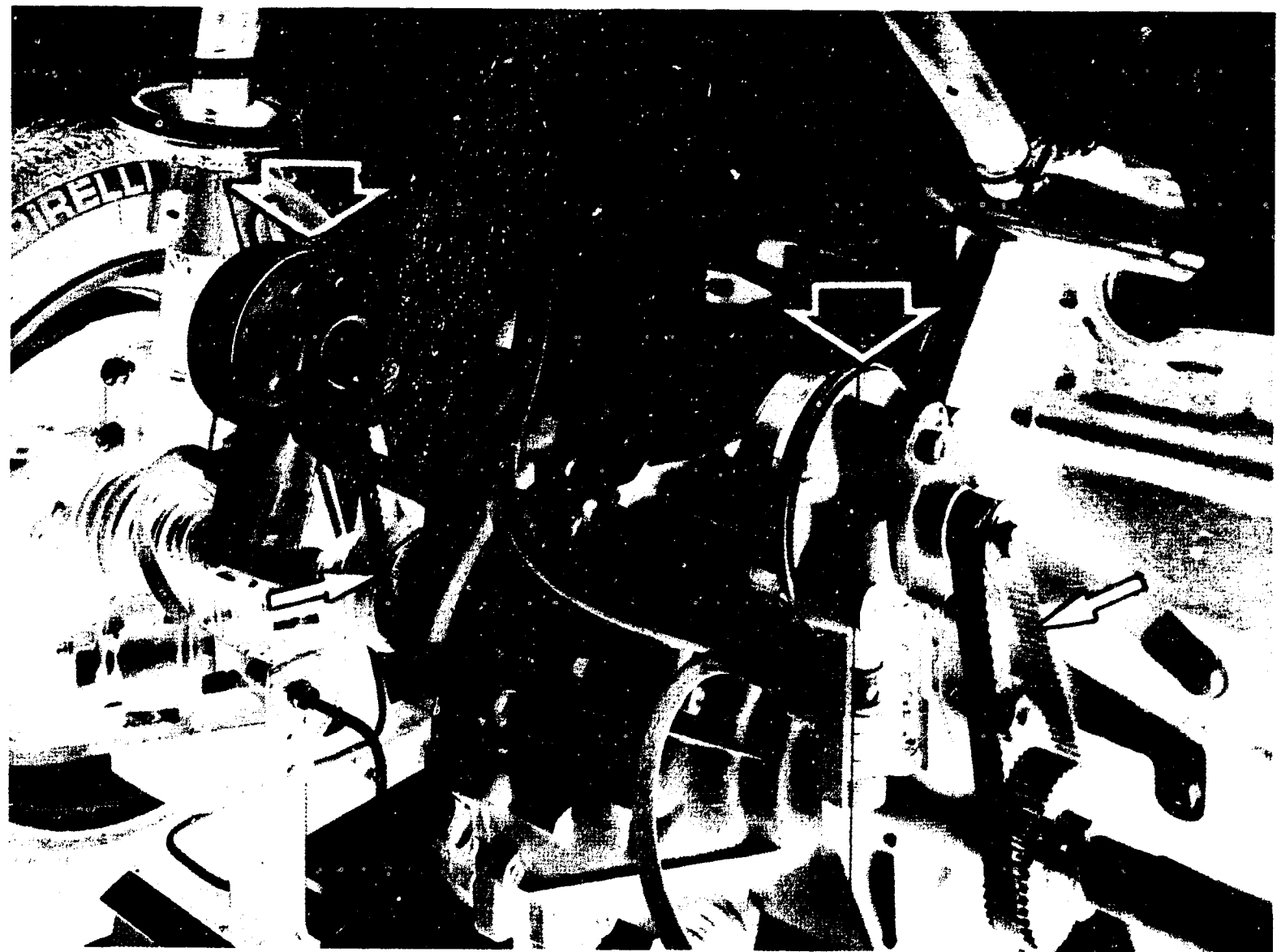
# 1. Die Komponenten des SCS

Zur konventionellen Anlage mit Hauptbremszylinder, Bremskraftverstärker und Scheiben- bzw. Trommelbremsen an den Rädern kommen nur wenige Teile hinzu:

a) Die **eigentlichen Regeleinheiten**, das sind die am Getriebe befestigten und über einen Zahnriemen von den Antriebswellen der Vorderräder angetriebenen **Modulatoren** (Bild 2). Dabei sind Raddrehzahlsensor, Druckmodulator und Pumpe in einer einzigen Baueinheit zusammengefasst (Bild 3). Neu ist auch, dass die inneren Antriebswellengelenke mit einer Verzahnung versehen sind. Beide Modulatoren sind voneinander völlig unabhängig und regeln beim Blockieren der Bremsen den Bremsflüssigkeitsdruck zu jeweils einem Vorderrad und dem gegenüberliegenden Hinterrad.

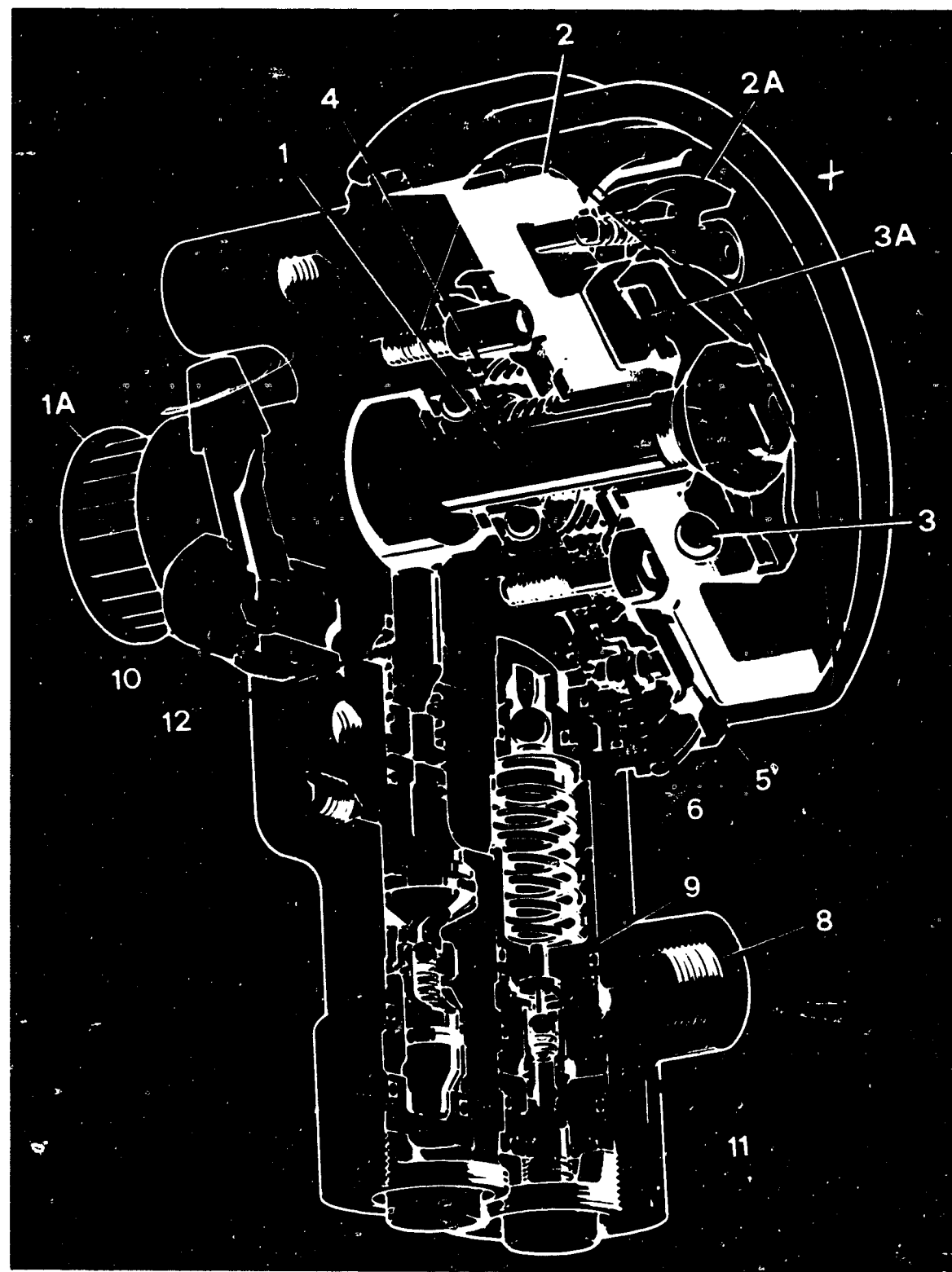
b) Zwei an der Hinterradaufhängung montierte lastabhängige **Bremskraftregler**. Diese steuern den Druck für die Hinterräder individuell, so dass ein Überbremsen bei allen Belastungszuständen verhindert wird. Trotzdem ist es möglich, dass bei Gewaltbremsungen auf stark  $\mu$ -unterschiedlicher Fahrbahn oder bei extremer Kurvenfahrt ein Hinterrad blockiert. Dies hat aber keinen Einfluss auf die Lenkbarkeit des Fahrzeuges, und der Stabilitätsverlust soll in der Praxis ebenfalls nicht ins Gewicht fallen. Bei Geschwindigkeiten unter 8km/h wird die Regelung durch die Niedergeschwindigkeitssperre eingestellt.

**Der Regelvorgang**, der die Aufgabe hat, die Bremse des blockierenden Rades sofort zu lösen, wird durch die Trägheit des Schwungrades der Modulatorwelle ausgelöst. Um keinen Bremsweg zu verschenken, wird nach dem schlagartigen Absenken des Bremsdruckes das Ablass-



*Bild 2 Anordnung der beiden Modulatoreneinheiten des Lucas-Antiblockiersystems an der Vorderachse des Ford Orion/Escort. Die hier unverkleideten Zahnriemen sind gut erkennbar, ebenso die Raddrehzahl- (kleine Pfeile) Sensoren (grosse Pfeile oben)*



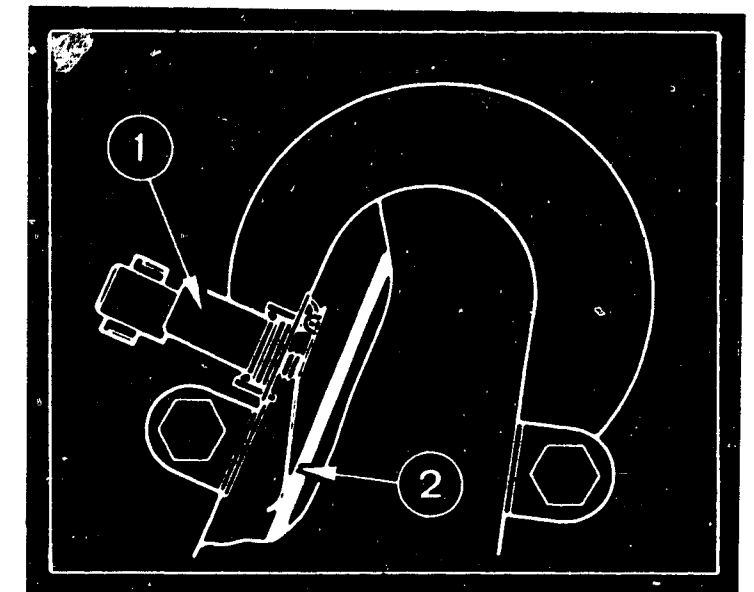


*Bild 3 Modulatereinheit, teilweise geschnitten. 1 Triebwelle – 1A Zahnrad – 2 Schwungrad – 2A Niedergeschwindigkeitssperre – 3 Kugelrampenmechanismus – 3A Reibkupplung – 4 Feder für Schnellablassventil – 5 Hebel für Schnellablassventil –*

*6 Schnellablassventil – 7 Eingang Hauptbremszylinder – 8 Ausgang Radzylinder – 9 Expansionskolben – 10 Ausgang Vorratsbehälter – 11 Sperrventil – 12 Pumpenkolben – 13 Exzenter.*

ventil sofort wieder geschlossen und ein erneuter Druckaufbau durch eine vom Exzenter der Modulatorwelle betätigte Hydraulikpumpe eingeleitet. Pro Sekunde sind je nach Fahrbahnbeschaffenheit 3 bis 5 Regelintervalle möglich. Diese sind durch leichtes Pulsieren des Bremspedals spürbar.

Die Spannung der die Modulatoren antreibenden Zahnriemen wird von einem elektrischen Schalter (Bild 4) überwacht. Bei zu niedriger Spannung oder bei gerissenem Riemen leuchtet eine Warnlampe im Armaturenbrett auf.



*Bild 4 Ein elektrischer Schalter (1) überwacht über einen Schleifbügel die Spannung des Zahnriemens (2) und lässt bei einem Defekt eine Kontrollampe aufleuchten.*

**C5**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen



**C6**

Werkstatt-Service

Antiblockiersysteme für Personenwagen





## 2. Die Funktion des Modulators

Die Druckmodulatoren unterscheiden drei Betriebsphasen: das Bremsen ohne Blockierregelung, den Druckabbau und den Druckaufbau. Bild 6 verdeutlicht die drei Phasen.

### a) Ungeregelte Bremsen (Bild 6)

Die von der Antriebswelle des Fahrzeuges über den Zahnriemen in Bewegung versetzte Triebwelle (1) bringt ihrerseits über einen Kugelrampenmechanismus (3) und die Reibkupplung (3A) das Schwungrad (2) in Rotation. Triebwelle und Schwungrad drehen mit derselben Geschwindigkeit. Das Schnellablassventil (6) bleibt dabei geschlossen. Der Bremsflüssigkeitsdruck vom Hauptbremszylinder kann sich also ungehindert zu den vorderen und hinteren Radzylindern ausbreiten, weil bei Drehzahlgleichheit zwischen Triebwelle und Schwungrad diese beiden Teile durch den Kugelrampenmechanismus (Bild 5) **nicht** auseinandergedrückt werden.

### b) Druckabbau (Bild 6b)

Wird die Triebwelle durch starkes Bremsen über einen bestimmten Wert hinaus verzögert, überläuft das Schwungrad aufgrund seines Trägheitsverhaltens\* den Kugelrampenmechanismus. Dadurch werden Triebwellenflansch und Schwungrad axial auseinanderbewegt. Durch den Weg, den das Schwungrad dabei zurücklegt, wird der Hebel (5) des Schnellablassventils nach links gedrückt. Durch die so erzwungene Axialbewegung öffnet das Schnellablassventil. Damit ist die Kammer über dem Expansionskolben (9) mit dem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter verbunden. Die Bewegung (Pfeil) des federbelasteten Expansionskolbens baut nun den Druck im Bremskreis ab, das federbelastete Sperrventil (11) unterbricht dabei

die Verbindung zwischen Hauptbremszylinder und Bremskreis. Der vom Hauptbremszylinder angelieferte Druck kann nicht mehr bis zum Radbremszylinder gelangen. Er wirkt aber von unten auf den Pumpenkolben (12) und schiebt diesen gegen den Exzenter (13) der Triebwelle.

\* *Trägheitsgesetz: Alles, was sich in Ruhe befindet, will in Ruhe verharren, alles was sich in Bewegung befindet, will die Bewegung beibehalten!*

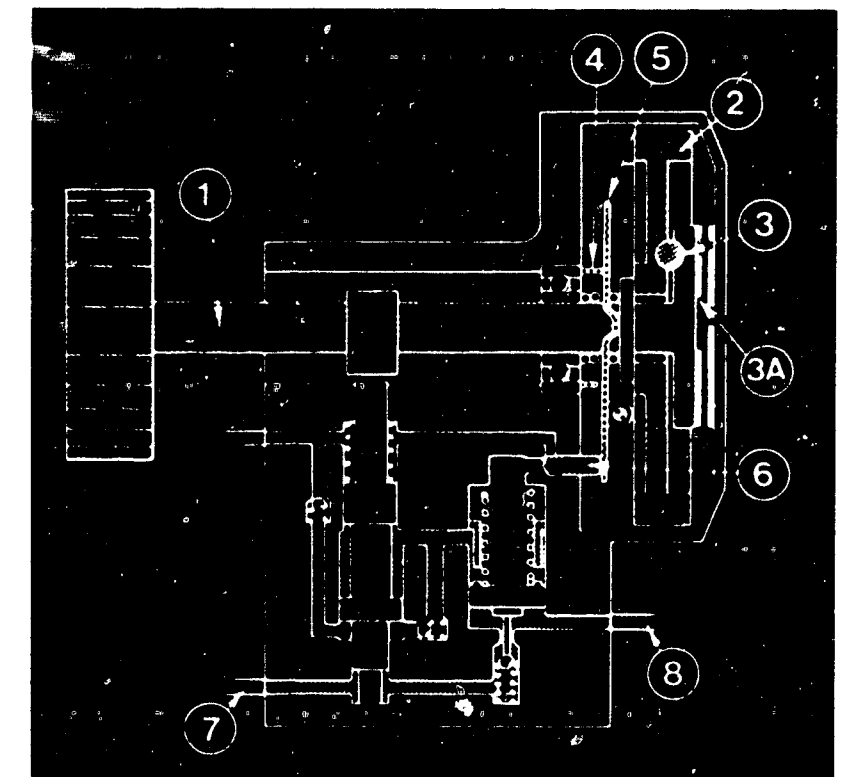


Bild 6a Funktionszustand des Modulators: ungeregeltes Bremsen. Grober Raster = Hauptbremszylinderdruck, Schraffur = drucklos. Legende wie Bild 3. 7 = von HBZ

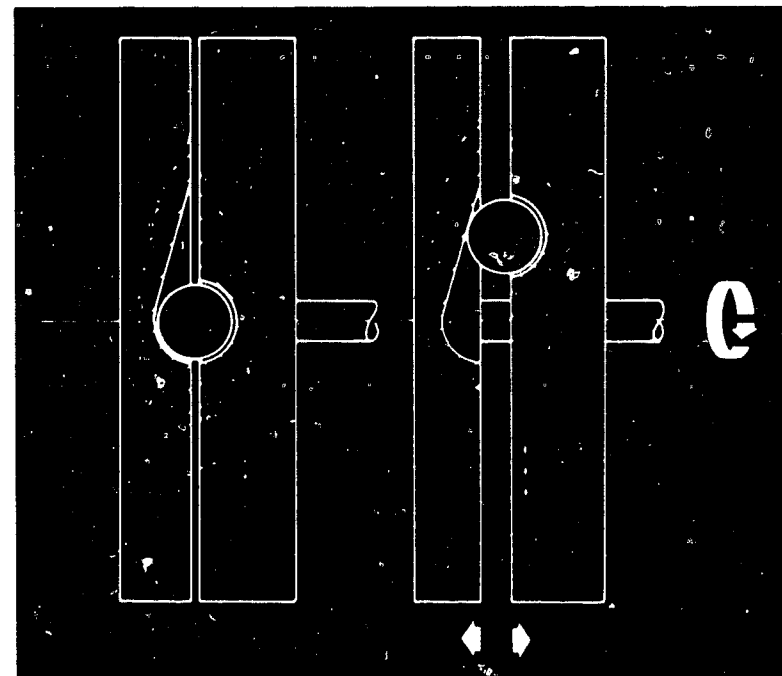
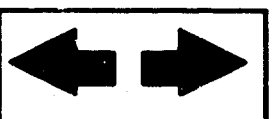
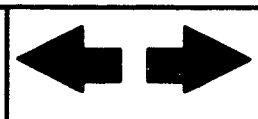


Bild 5 Kugelrampenmechanismus schematisch. Wird das Antriebsrad (schmal dargestellt) stark verzögert, überläuft das Schwungrad aufgrund seiner Massenträgheit das Antriebsrad und die beiden Räder werden durch die sich auf der Rampe befindende Kugel auseinanderbewegt.



### c) Druckaufbau (Bild 6c)

Von der Reibkupplung (3A) gebremst, gleicht das der Triebwelle vorlaufende Schwungrad (2) seine Geschwindigkeit rasch wieder der der Triebwelle an. Der Kugelrampenmechanismus (3) läuft wieder in die Ausgangslage zurück, so dass der unter Federspannung stehende Hebel (5) das Schnellablassventil (6) schliesst. Der vom Exzenter nach unten gedrückte zweistufige Pumpenkolben (12) erzeugt nun in der Kammer über dem Expansionskolben (9) einen Druck. Dieser schiebt den Kolben (12) leicht nach unten und lässt den Bremskreisdruck ansteigen, bis ein neuer Regelvorgang eintritt oder bis der Ausgangszylinder wieder erreicht ist. Dann öffnet sich das Sperrventil (11), und der Kolben (12) tritt ausser Funktion. Jetzt arbeitet das System wieder unter normalen Bremsbedingungen.

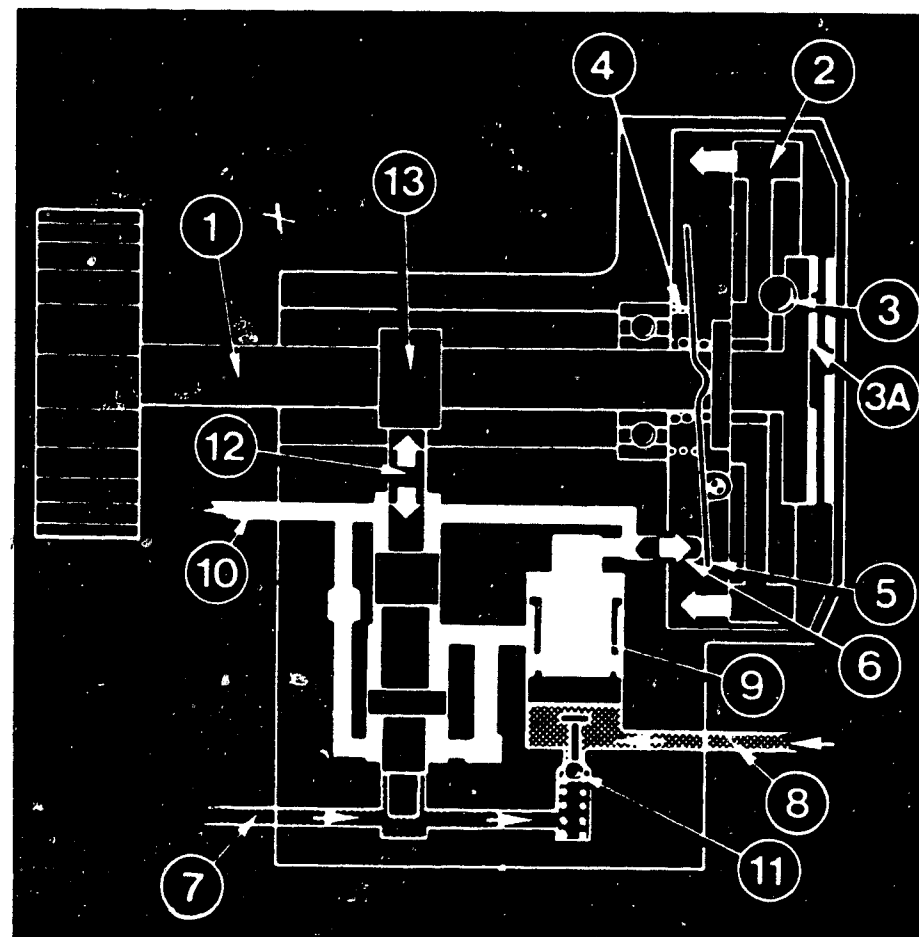


Bild 6b Funktionszustand des Modulators: Druckabbau. Feiner Raster (7) Hauptzylinderdruck, schwacher Raster = drucklos, grober Raster = Radzylinderdruck. Legende wie Bild 3. 13 = Exzenter.

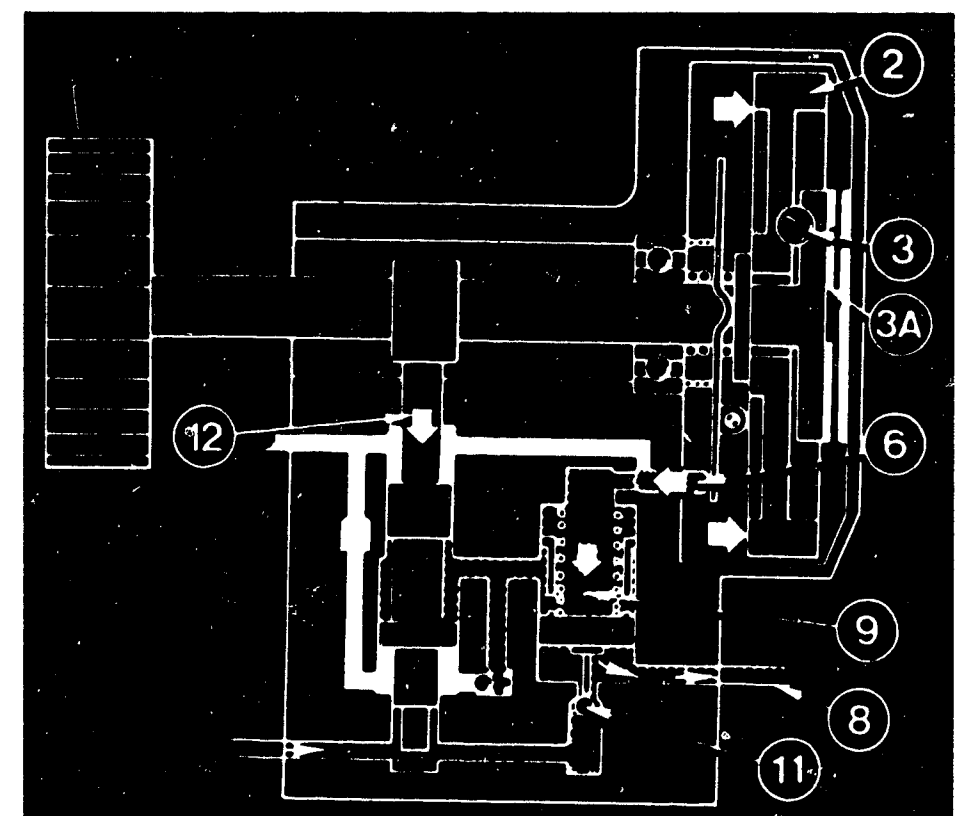


Bild 6c Funktionszustand des Modulators: Druckaufbau. Legende siehe Bild 3. Grober Raster = Hauptzylinderdruck, Schraffur = drucklos, unten, rasterfrei = Pumpendruck.

### 3. Wartung und Einstellungen

Wie bei jedem anderen Antiblockiersystem bleibt die Funktionsweise der Bremse beim Ausfall eines Modulators voll erhalten. Störungen an den Antriebszahnriemen werden durch eine Kontrolllampe angezeigt. Modulator und Bremskraftregler können in einem kurzen Werkstatttest geprüft werden. Dazu muss das leere, vollgetankte Fahrzeug so aufgebockt werden, dass Radaufhängungen belastet, die Räder aber frei drehbar sind. Beide Räder müssen also unter den Querlenkern abgestützt werden.

#### a) Prüfungen:

##### Schritt 1: Modulator

- Zustand und Spannung des Zahnriemens prüfen
- Handbremse lösen, alle Räder müssen widerstandsfrei drehen.
- Motor starten und im zweiten Gang bis 30km/h beschleunigen, dabei Lenkrad festhalten.
- Auskuppeln und heftig bremsen, Bremspedal gedrückt halten.
- Getriebe in Neutralstellung bringen, Motor abstellen.
- Bei noch immer betätigtem Bremspedal muss eine Hilfsperson beide Räder in Fahrtrichtung drehen. Diese dürfen sich nicht mehr als eine ganze Umdrehung drehen lassen.

##### Schritt 2: Bremskraftregler

- Prüfen, ob Hinterräder frei drehen.
- Fussbremse betätigen und Druck halten.
- Lässt sich eines der Räder drehen, muss der zugehörige Bremskraftregler eingestellt werden (siehe unter c).

##### Schritt 3: Niedergeschwindigkeitssperre

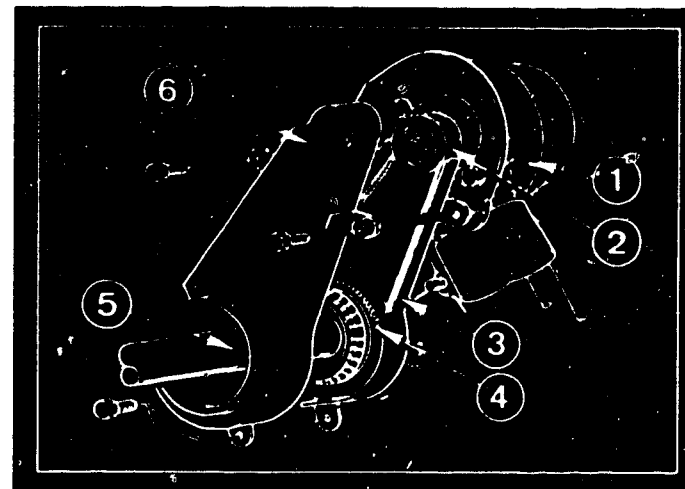
- Motor starten und im ersten Gang bis genau 8km/h beschleunigen.

- Auskuppeln und heftig bremsen, Bremspedal gedrückt halten.
- Getriebe in Neutralstellung bringen, Motor abstellen.
- Bei noch immer betätigtem Bremspedal muss eine Hilfsperson versuchen, die Vorderräder in Fahrtrichtung zu drehen. beide Räder müssen blockiert bleiben.
- lässt sich eines der Räder bewegen, soll das System entlüftet werden. Wird wieder keine Blockierung erreicht, ist der Modulator auszuwechseln.

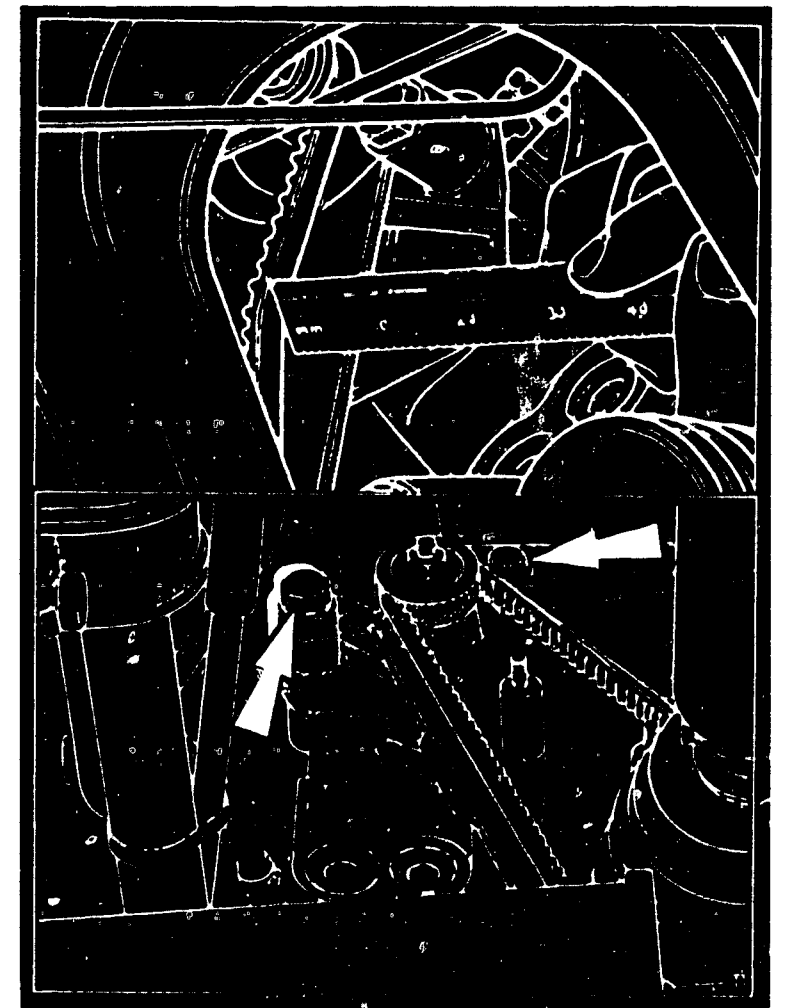
Revisionen von Modulatoren und Bremskraftreglern dürfen in der Werkstatt **nicht** durchgeführt werden. Bei Fehlfunktionen ist immer das komplette Bauteil zu ersetzen.

#### b) Zahnriemenspannung einstellen

Sind Spannungsprüfschalter und Zahnriemenabdeckung demontiert, wird das Durchhängen oder die Durchbiegung des Riemens gemessen (Bild 8). Dabei darf nur Fingerdruck aufgebracht werden. Überschreitet die Durchbiegung 5,0mm, muss der Riemen durch Verschieben des Modulators gespannt werden.



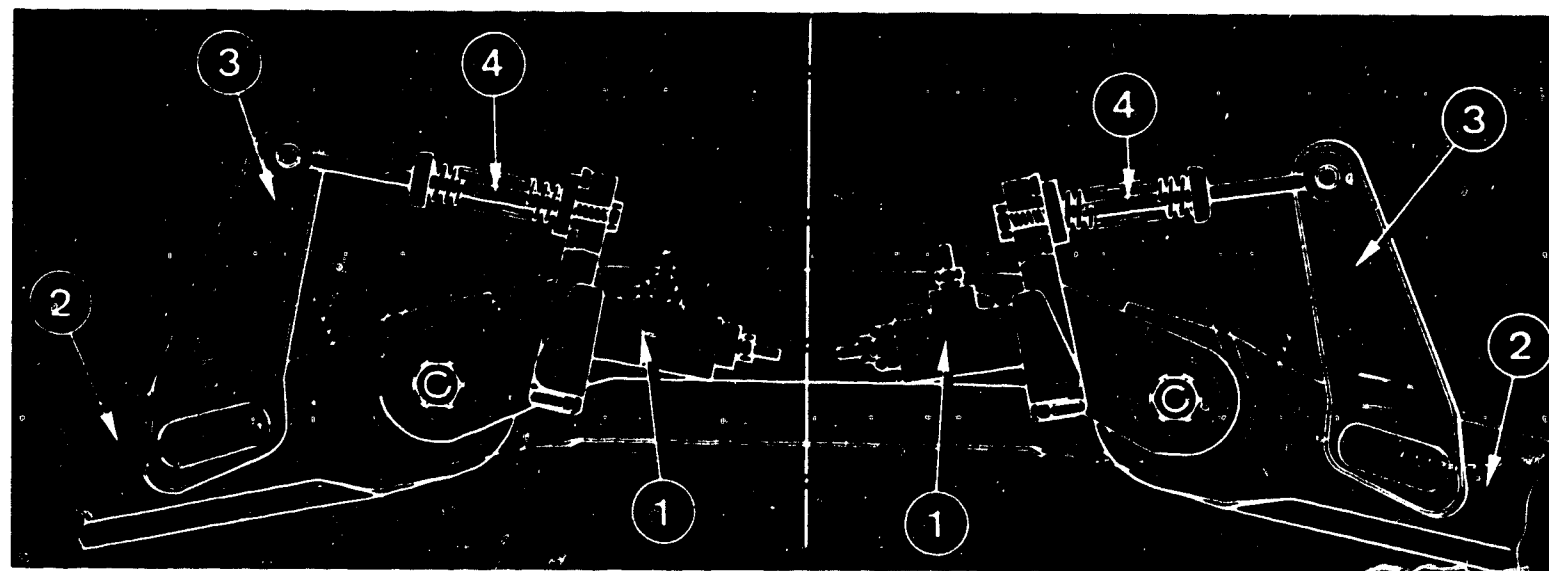
**Bild 7** Zur Kontrolle und Spannung des Zahnriemens (3) ist die Abdeckung (6) von der Regeleinheit wegzunehmen. 2 Zahnrad der Regeleinheit – 4 Zahnrad des Antriebswellengelenkes – 5 Antriebswelle.



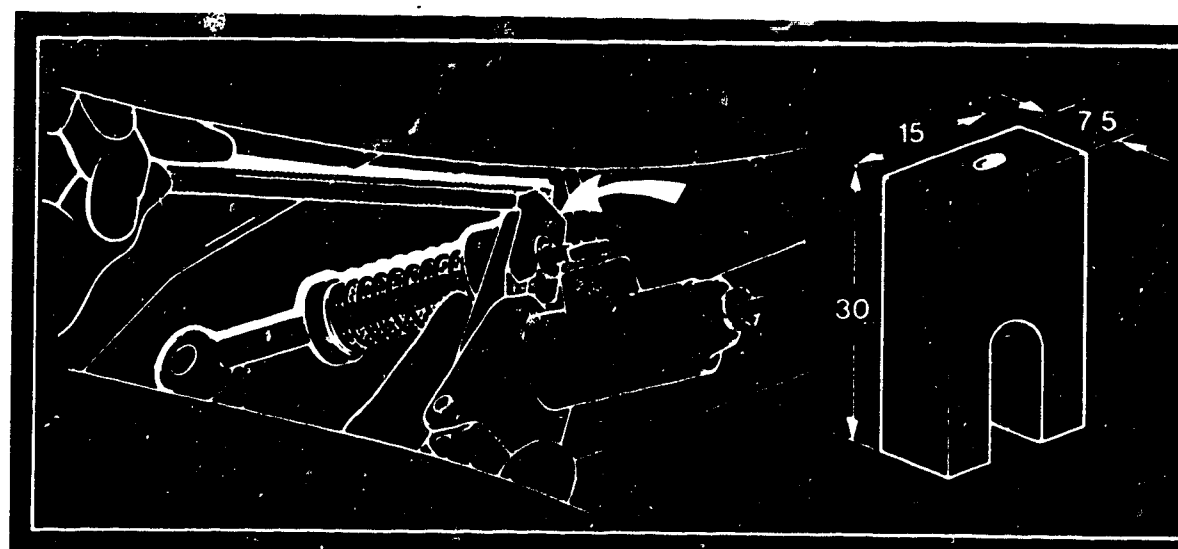
**Bild 8** Prüfung der Zahnriemenspannung. Die beiden Pfeile bezeichnen die zum Spannen zu lösenden Schrauben.

### c) Bremskraftregler einstellen

Das Fahrzeug ist wieder so aufzubocken, dass die Radaufhängungen belastet sind. Dann löst man die Einstellhalterung des Bremskraftreglers am Querlenker und schiebt das aus einem Holz- oder Stahlklotz selbst angefertigte Werkzeug (Bild 10) zwischen den Hebel des Bremskraftreglers und das Ende der Feder und hält dabei den Hebel gegen den Kolben des Bremskraftverstärkers. In dieser Stellung werden die Befestigungsmuttern der Halterung des Bremskraftverstärkers festgezogen. Vorsicht: Beim Herausnehmen des Werkzeuges dürfen sich Feder und Hebel nicht bewegen!



*Bild 9 Anordnung der beiden hinteren Bremskraftregler (1). 2 hintere Querlenker - 3 Halterung des Betätigungsgestänges - 4 Druckfeder.*



*Bild 10 Einstellung des Bremskraftreglers mit dem selbst angefertigten Werkzeug. Rechts die Masse des Einstellklotzes.*

**C13**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



**C14**

Werkstatt-Service  
Antiblockiersysteme für Personenwagen



## 4. Entlüften des hydraulischen Bremssystems

Hochdruck-Entlüftungsgeräte mit mehr als 7,0 bar dürfen nicht verwendet werden, da der Vorratsbehälter beschädigt werden könnte. Vor dem Entlüften soll der Unterdruck im Bremskraftverstärker durch mehrmalige Pedalbetätigung abgebaut werden. Es ist normale Bremsflüssigkeit nach Ford-Spezifikation (SAM-6C-9103A) einzufüllen.

Bevor das Gesamtsystem entlüftet werden kann, muss die Bremsflüssigkeit im Modulator blasenfrei sein. Sind Hauptbremszylinder und Vorratsbehälter gefüllt, wird das By-pass-Ventil am Modulator um eine halbe bis eine ganze Umdrehung geöffnet (Bild 11). Dabei darf am Ventil keine Bremsflüssigkeit austreten. Nun wird der Entlüftungsstößel bis zum Anschlag des Sicherungsringes hinuntergedrückt und gehalten. Nach mindestens 20 Pumpstößen am Bremspedal wird der Entlüftungsstößel herausgezogen und das By-pass-Ventil geschlossen (5...7 Nm). Nach Betätigung des Bremspedals prüft man schliesslich, ob sich der Entlüftungsstößel in seiner Ausgangsstellung befindet. Das restliche Bremssystem wird auf herkömmliche Art entlüftet.

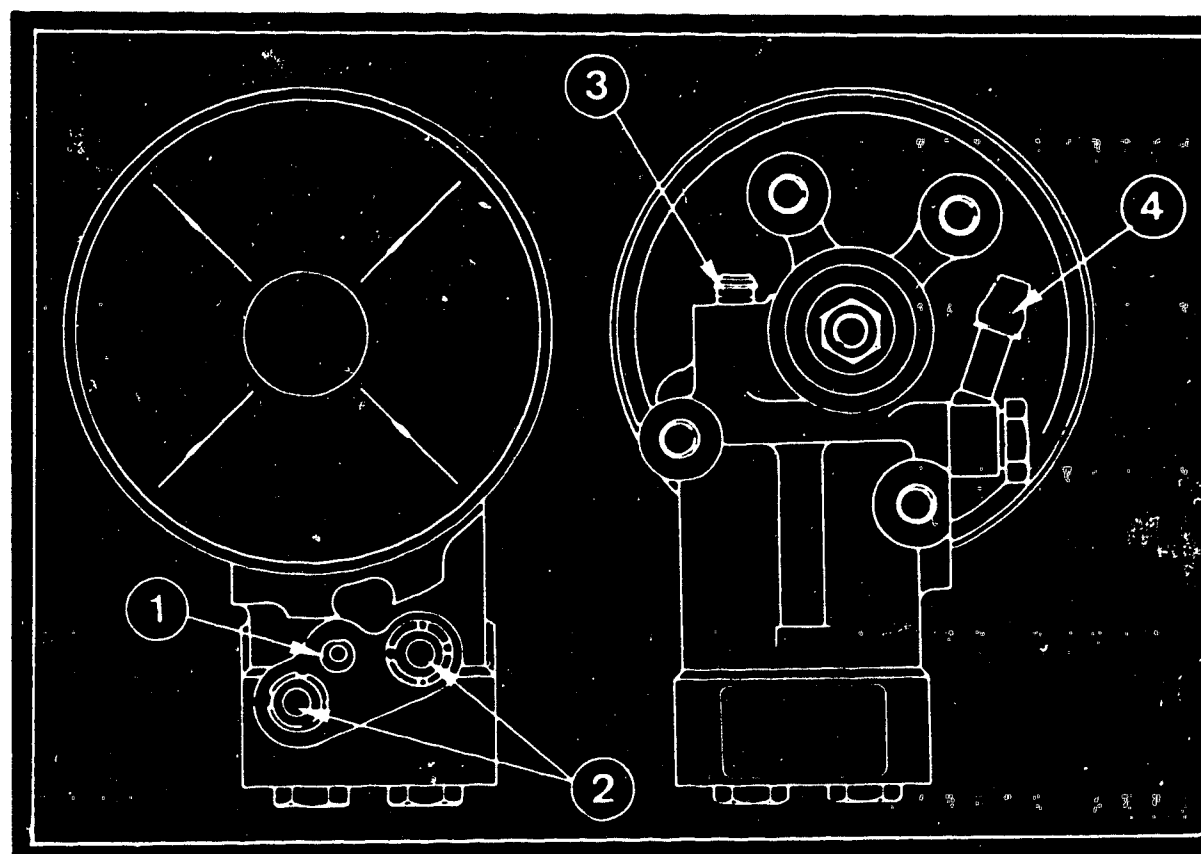
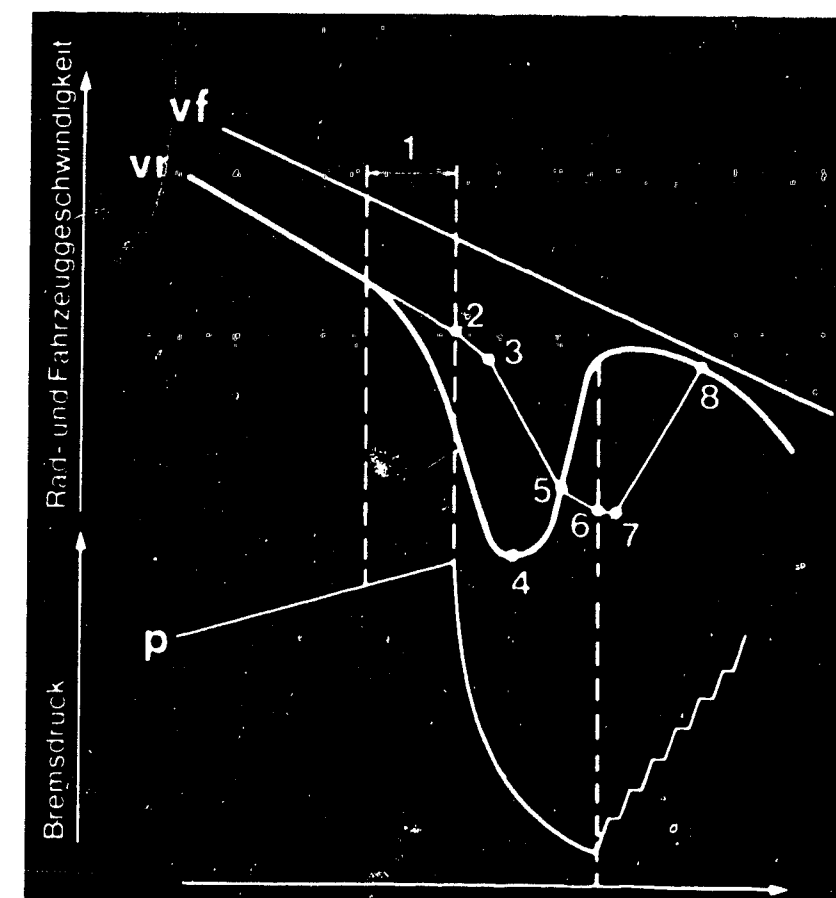


Bild 11 Entlüftungsstellen des Modulators. 1 By-pass-Ventil – 2 Schlauchanschlüsse – 3 Automatischer Entlüftungsstößel – 4 Anschluss des Schnellablassventils zum Vorratsbehälter.

Bild 12 Verlauf der Fahrzeug- und Radgeschwindigkeiten ( $v_f$ ,  $v_r$ ) und des Bremsdruckes ( $p$ ) während einer Regelphase. Es bedeuten: 1 Leerweg des Schwungrades (Kugelrampe) – 2 Schnellablassventil öffnet – 3 Schwungrad überholt Reibkupplung – 4 Fahrzeugrad beginnt wieder zu beschleunigen – 5 Fahrzeug erreicht Schwungrad-drehzahl – 6 Ablassventil schliesst – 7 Schwungrad wird durch Reibkupplung beschleunigt – 8 Schwungrad-drehzahl entspricht wieder Antriebsdrehzahl.

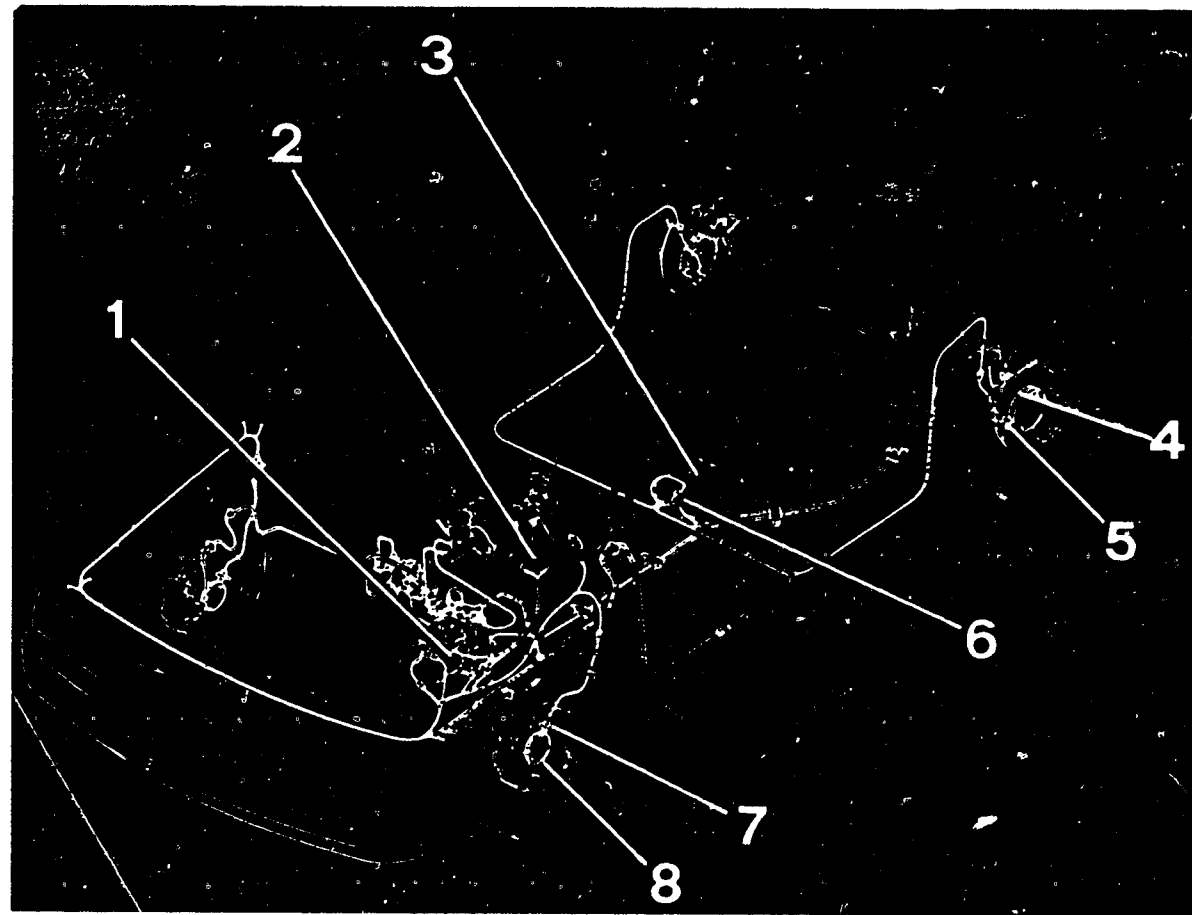


## IV. Antiblockier-Brems-System: Mazda 626

### 1. Aufbau und Funktion

Die Basis des Antiblockier-Brems-Systems von Mazda-Sumitomo bildet eine herkömmliche, diagonal in zwei Bremskreise aufgeteilte hydraulische Bremsanlage. Vom Hauptbremszylinder mit Unterdruck-Servo führen zwei Hydraulikleitungen auf die **ABS-Hydraulik-Einheit**, in der beim normalen Bremsvorgang (ohne Blockieren der Räder) die diagonale Aufteilung der Bremskreise in gewohnter Weise erfolgt. Vier einzelne Bremsleitungen leiten den Druck auf die Bremszangen der vier Bremsscheiben.

Ein **elektronisches Steuergerät**, das unter dem Vordersitz eingebaut ist und durch Radsensoren das Blockieren eines Rades erkennt, leitet über entsprechende Steuerkolben in der Hydraulik-Einheit die Regelung der Abbremsung blockierender Rädern ein. Damit wird der Druckaufbau im entsprechenden Bremskreis vollständig vom Hauptbremszylinder (und der Krafteinwirkung auf das Bremspedal) entkoppelt.



*Bild 1 Einbaulage der verschiedenen Elemente des ABS im Mazda 626: 1 Hydraulik-einheit – 2 Relais – 3 Elektronisches Steuergerät – 4 Rotor am Hinterrad – 5 Impulsgeber – 6 Prüfanschluss – 7 Impulsgeber vorn – 8 Rotor am Vorderrad.*

**D1**

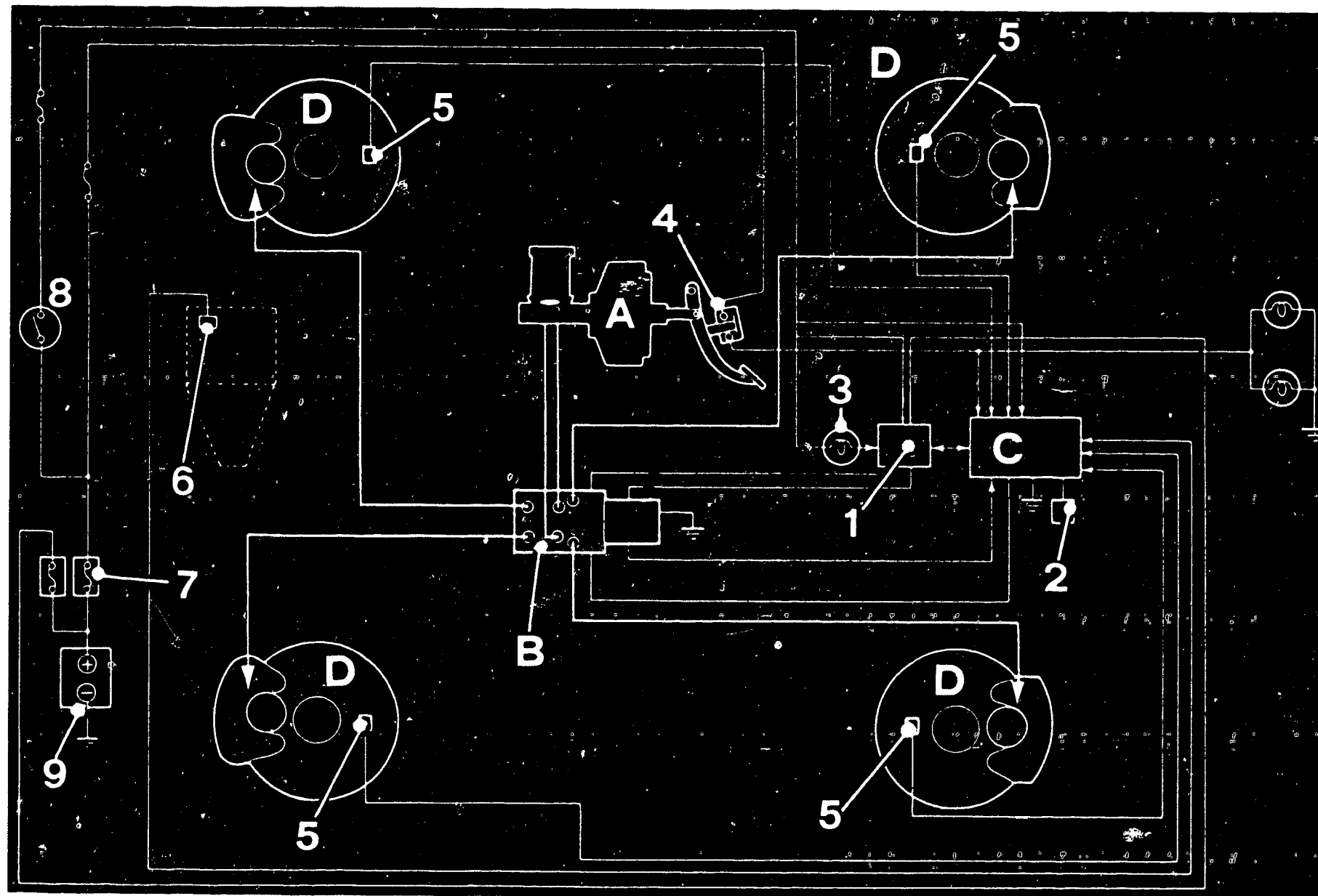
Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



**D2**

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem





**Bild 2** Schema der Bremsanlage mit den hydraulischen (fette Linien) und elektrischen (schwache Linien) Kreisen: A Hauptbremszylinder mit Bremshilfe – B Hydraulikeinheit – C elektronisches Steuergerät – D Bremssattel und Bremsscheibe – 1 Relais – 2 Prüfanschluss – 3 ABS-Warnlicht – 4 Bremslichtschalter – 5 Radsensor – 6 Generator – 7 Sicherungen – 8 Zündschalter – 9 Batterie.

### 1.1 Die Hydraulik-Einheit

Sie hat die Aufgabe den Bremsdruck an jedem blockierenden Rad in Funktion der vom Steuergerät gelieferten elektrischen Signale zu regeln. Der Bremsdruck zu jeder der vier Leitungen wird durch einen Kolben geregelt, der seinerseits über ein komplett vom Bremssystem getrenntes Hydrauliksystem betätigt wird. Dieses Hydrauliksystem (Bild 3) beinhaltet eine elektrisch angetriebene Hydraulikpumpe, einen Druckbehälter (Speicher), drei doppelte Magnetventile und ein Flüssigkeitsreservoir (Bilder 4 und 5).

**a) Elektrische Pumpe:** Ein Elektromotor (180W) treibt über einen Nocken und einen Lagerring einen Kolben an, der Brems-Flüssigkeit vom Reservoir ansaugt und in einen Akkumulator presst. Je ein federbelastetes Kugelventil öffnet und schliesst den Ein- und Auslasskanal und ermöglichen so einen Druckaufbau von 200...220bar.

Die Ansteuerung der elektrischen Pumpe erfolgt durch das Steuergerät (wenn das ABS arbeitet) oder durch einen Druckschalter.

**b) Druckbehälter:** In diesem wird der durch die Pumpe erzeugte Druck gespeichert. Ein auf 103bar verdichtetes «Stickstoff-Polster» erzeugt den nötigen Gegen-Druck, um beim Arbeiten des ABS das Hydrauliksystem auf dem Arbeitsdruck von 200...220bar können.



**c) Magnetventile:** Die in der Hydraulikeinheit vorhandenen Magnetventile werden vom Steuergerät kontrolliert und betätigen die Steuerkolben. Die Bewegungen der vier Steuerkolben kontrollieren den Radbremszylinder. Die Hydraulikeinheit hat sechs Solenoid-Ventile, welche das Dreikanalsystem ansteuern. Je eines der doppelten Magnetventile ist für eine Vorder-

radbremse zuständig, während die Kolben der beiden Hinterräder gemeinsam angesteuert werden. Jede Ventileinheit (b in Bild 5) besteht aus zwei vom elektronischen Steuergerät mit Strom versorgten Elektromagneten (Solenoiden) (Bild 6). Das Magnetventil (6a) lässt im offenen Zustand den Hochdruck des Hydrauliksystems auf den Steuerkolben (7) einwir-

ken. Das Magnetventil (6b) dient als Rücklauf zum Reservoir, sobald es geöffnet ist.

Im weiteren dienen die Magnetventile als Überdruckventile, indem das Federbelastete Ventiltteil bei zu hohem Systemdruck vom Sitz abgehoben und der Druck zum Flüssigkeitsreservoir hin abgelassen wird.

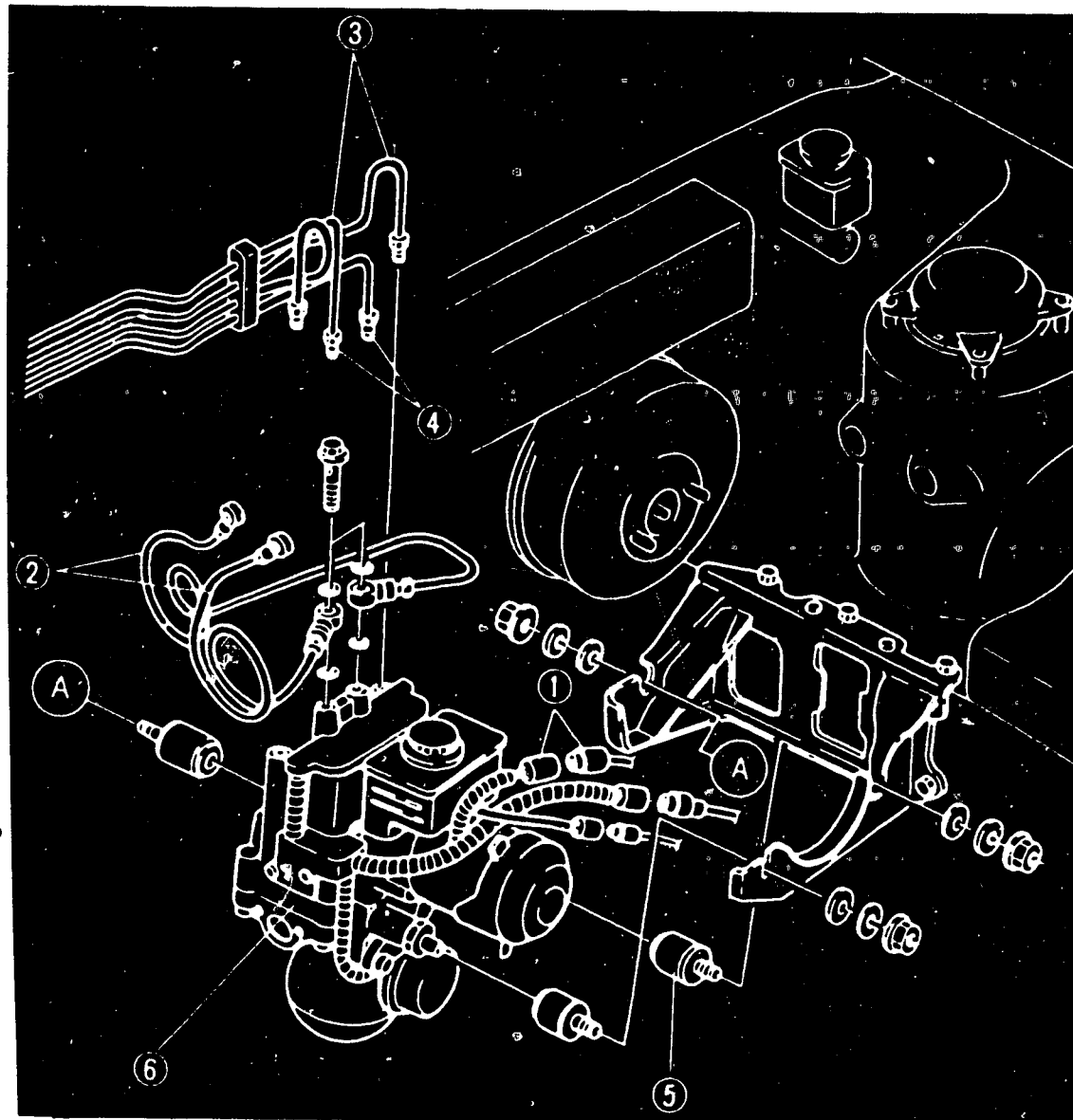


Bild 3 Einbaulage der Hydraulikeinheit im Motorraum. 1 elektrische Steckverbindung – 2 Bremsleitungen vom Hauptbremszylinder – 3 Bremsleitungen zu den Vorderradbremmen – 4 dito zu den Hinterradbremmen – 5 Haltebüchsen – 6 Hydraulikeinheit – A Befestigungen.

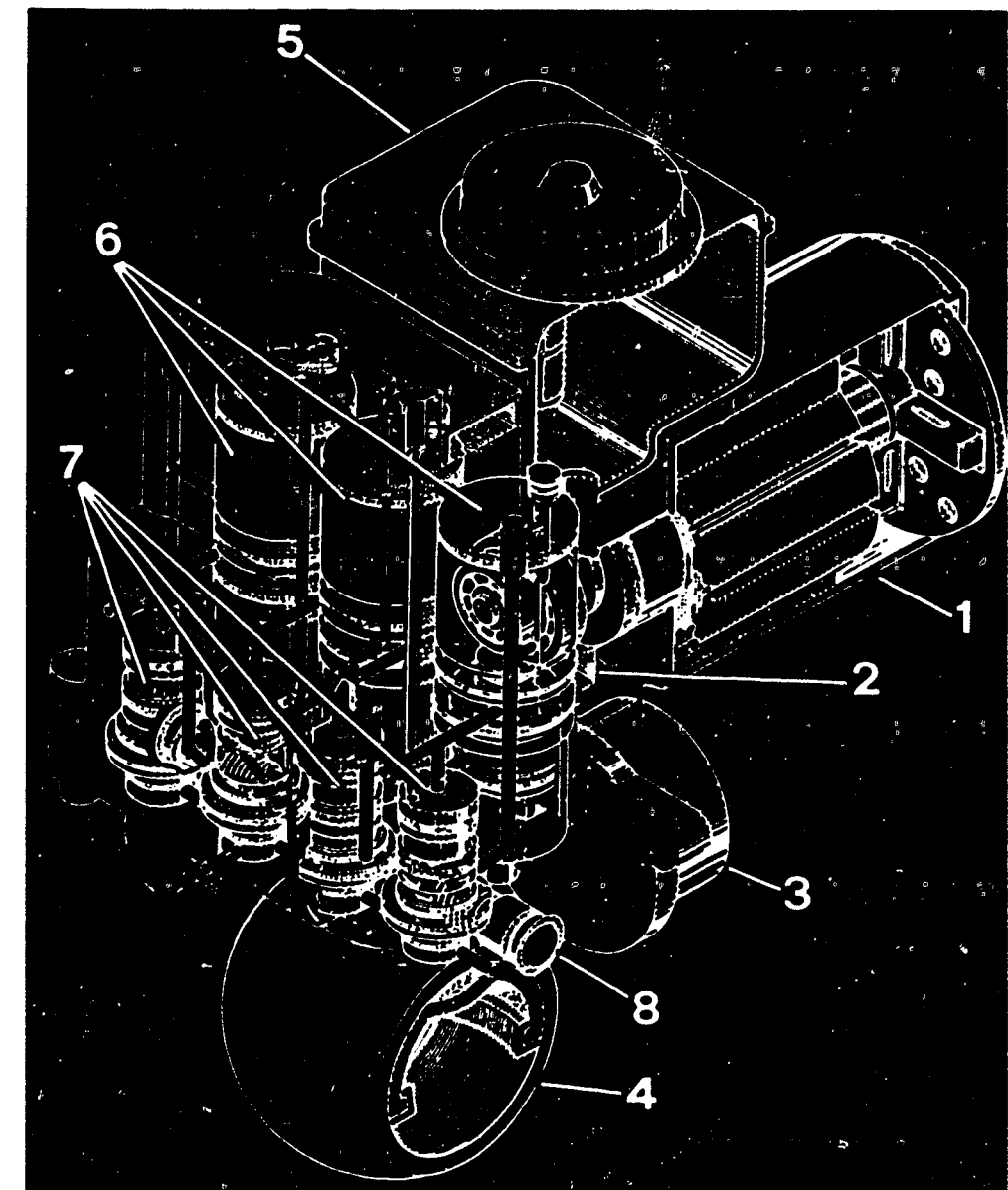


Bild 4 Hydraulik-Einheit im Schnitt: 1 Elektromotor – 2 Hydraulikpumpe – 3 Druckschalter – 4 Druckspeicher – 5 Flüssigkeitsreservoir – 6 Magnetventile – 7 Steuerkolben – 8 Reduzierventile.

**D5**

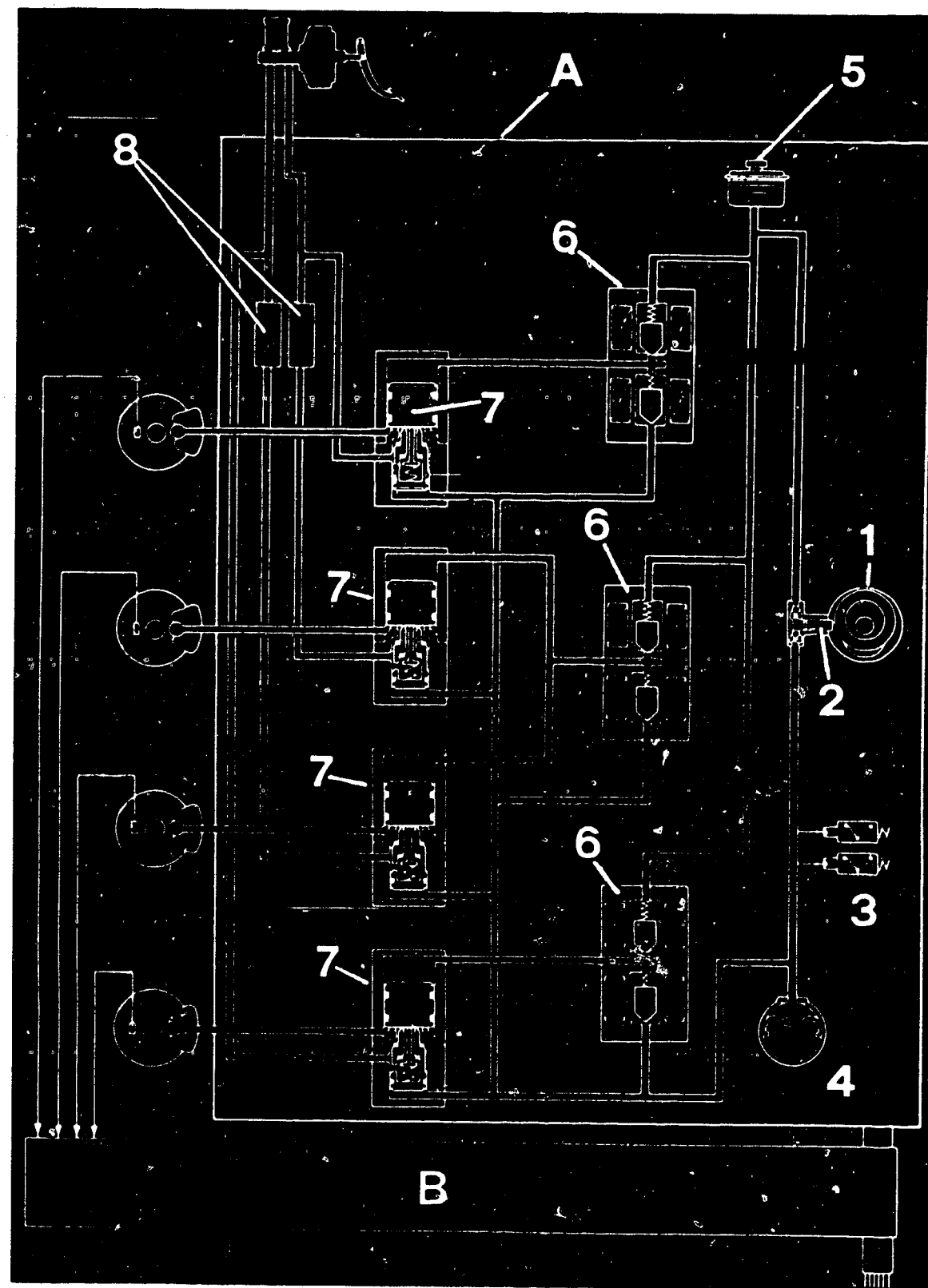
Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



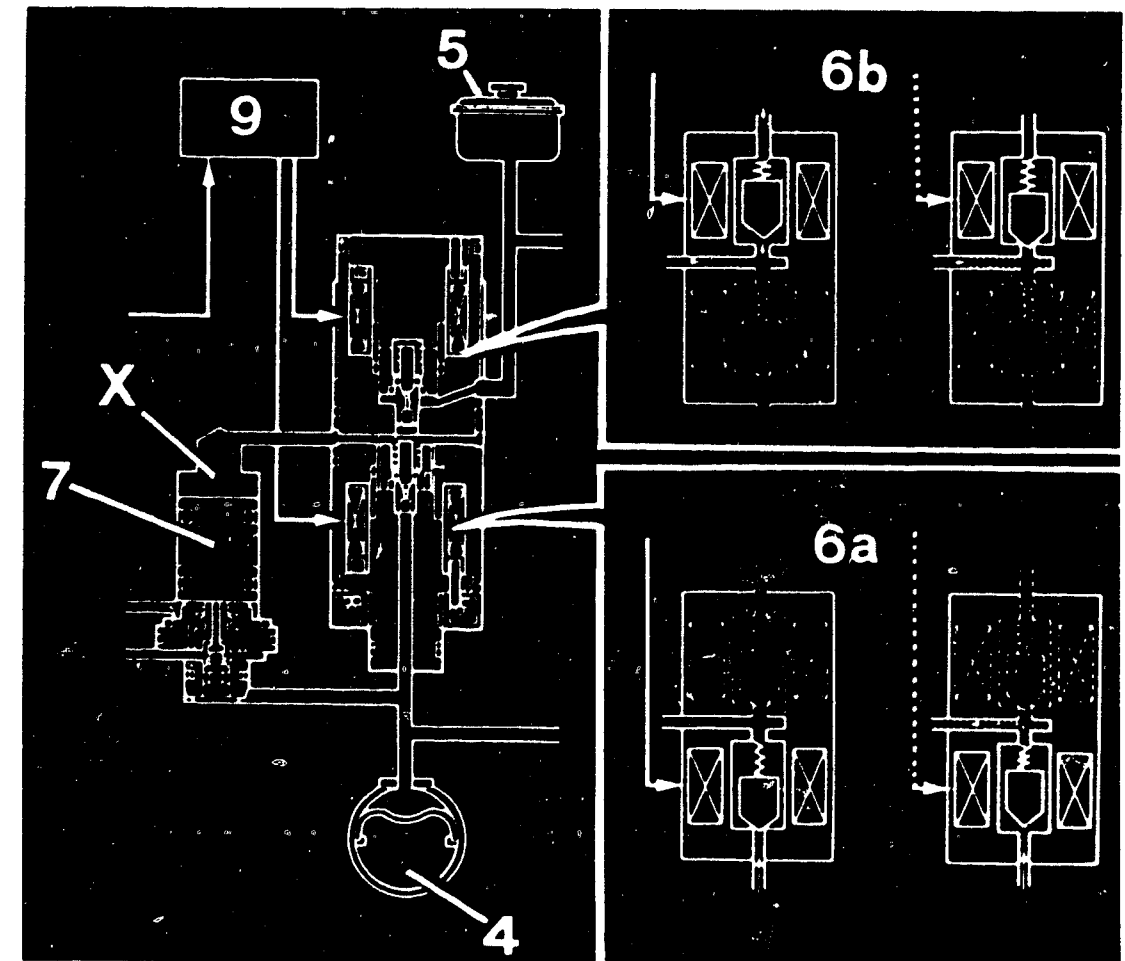
**D6**

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem





**Bild 5 Schema der Hydraulik-Einheit (A):**  
 1 Elektromotor – 2 Hydraulikpumpe –  
 3 Druckschalter – 4 Druckspeicher  
 – 5 Flüssigkeitsreservoir – 6 Magnetventile –  
 7 Steuerkolben – 8 Reduktionsventile –  
 B elektronisches Steuergerät.



**Bild 6 Die Magnetventile 6a und 6b steuern die Bewegung des Steuerkolbens 7, indem sie den Druck im Raum x regulieren. Der Druckbehälter 4 sichert einen Systemdruck von 200. . . 220 bar. Bei geöffnetem Ventil 6a gelangt dieser Druck in den Raum x oberhalb des Kolbens. Das Ventil 6b wirkt als Rücklaufventil, indem es bei geöffnetem Zustand die Flüssigkeit in das Reservoir 5 zurückführt.**

**D7**

Werkstatt-Service  
 Antiblockier-Bremssystem



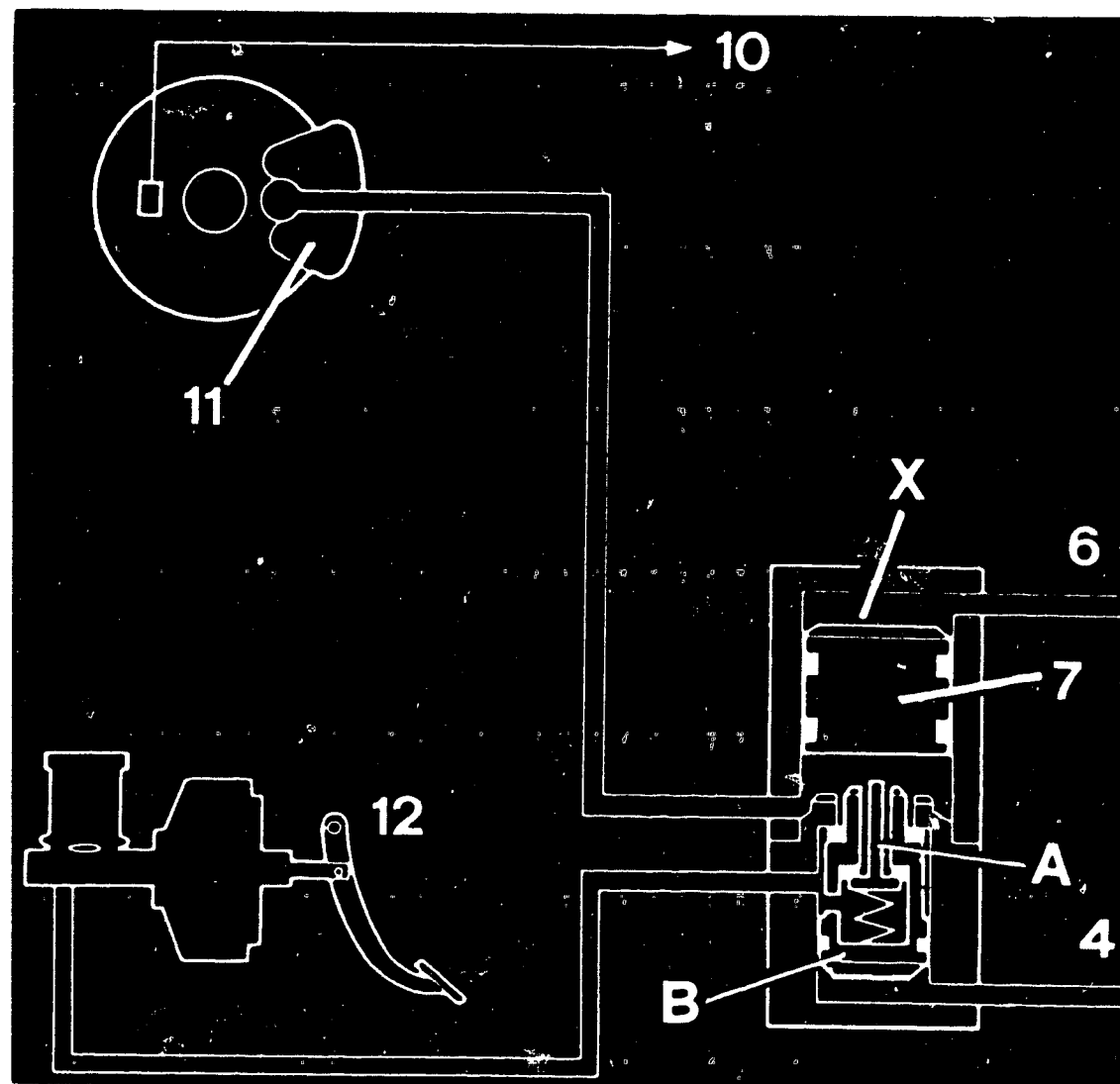
**D8**

Werkstatt-Service  
 Antiblockier-Bremssystem



- eine herkömmliche Bremsung ohne Einwirkung des ABS,
- ein Absenken,
- ein Anheben oder
- ein Konstanthalten des Bremsdruckes.

Wenn das ABS nicht in Funktion ist, schiebt der Druck von Kammer X (Bild 7) den Kolben (7) nach unten, bis dieser das Ventil A öffnet. Damit ist der Durchgang vom Hauptbremszylinder (12) zu den Radbremszylindern (11) frei. Sobald das Steuergerät aufgrund der Signale eines Sensors des Blockieren das entsprechenden Rades erkennt, wird der Druck in der Kammer X abgelassen. Durch den vom Hauptbremszylinder her wirkenden Druck schiebt sich der Steuerkolben (7) nach oben und das Ventil A schliesst den Durchgang zu den Radbremszylindern. Von diesem Moment an ist die Bremsanlage dieses Rades vom Hauptbremszylinder und somit auch vom Bremspedal, abgekoppelt. Der Steuerkolben übernimmt nun aufgrund der vom Steuergerät gelieferten Signale den Abbau, das Konstanthalten oder den Aufbau des Bremsdruckes. Beim Lösen des Bremspedals kann das Ventil B nicht sofort vom oberen Sitz abheben, da unter ihm noch der volle Akkumulatordruck (4) herrscht. Daher öffnet der am Radbremszylinder anliegende Druck das Ventil A, wodurch die Bremsflüssigkeit zum Hauptbremszylinder zurückfliessen kann und der Druck zusammenfällt.



Wenn sich der Steuerkolben (7) nach oben bewegt, wird das Abstellventil B durch den Akkumulatordruck (4) nach oben geschoben. Die Passage zwischen Hauptbremszylinder und Radzylinder ist dann geschlossen. Sollte der Hydraulikdruck beim Arbeiten des ABS durch einen Defekt abfallen, wird das Ventil B automatisch durch den Flüssigkeitsdruck des Hauptbremszylinder nach unten gedrückt und die Passage frei gegeben. Die Bremsanlage funktioniert dann in herkömmlicher Weise.

**Bild 7 Funktionsweise eines der in der Hydraulik-Einheit eingebauten Steuerkolbens (7): Bei normaler Bremsfunktion hält der Kolben durch den Druck in Kammer x das Abstellventil A geöffnet. Wenn sich der Kolben infolge abnehmendem Druck im Raum x aufwärts bewegt und sich das Ventil A schliesst, ist nur noch der Kolben (7) für die Druckregulierung zum Radbremszylinder (11) zuständig. 6 vom und zum Magnetventil – 4 vom Druckspeicher – 10 zum Steuerggerät – 11 Bremssattel – 12 Hauptbremszylinder.**



e) **Das Bremskraftregelventil:** Für den Fall, dass das ABS ausfallen würde, ist in der Hydraulikeinheit ein Bremskraftregelventil eingebaut, um ein Überbremsen der Hinterräder und damit ein Schleudern des Wagens zu vermeiden.

**Funktionsweise bei niedrigem Bremsdruck (N):** Der Plunger (6) wird durch die Feder (5) nach rechts gedrückt, sodass die Bremsflüssigkeit, wie im Detailbild N gezeigt, ungehindert zur hinteren Brems-einheit (über das Steuerventil ST) fließen kann.

**Funktionsweise bei hohem Bremsdruck (H):** Der Flüssigkeitsdruck zwischen Plunger (6) und dem Lippendichtring (7) vermag die Spannkraft der Feder (5) zu überwinden und schiebt den Plunger nach links. Der Ventilkopf (3) beginnt die Passage zu den Hinterradbremzen zu verengen und reduziert so den Flüssigkeitsdruck im Hinterradbremssystem.

## 1.2 Elektronisches Steuergerät

Hauptaufgabe des elektronischen Steuergerätes ist, die Informationen von den vier Radsensoren zu erfassen, zu verarbeiten und die entsprechenden Befehle an die Magnetventile und den Pumpenmotor in der Hydraulik-Einheit zu leiten. Im weiteren übernimmt es die Steuerung der Notlauffunktion und eine Selbstdiagnose des ABS.

a) Die **Notlauffunktion** reagiert auf einen Defekt im ABS, indem es den Hochdruck im Hydrauliksystem durch Öffnen der Magnetventile durch das Ausfallsicherheits-Relais im Relaiskästchen abbaut und auf die herkömmliche hydraulische Bremsfunktion umschaltet. Eine Warnlampe am Armaturenbrett zeigt dem Fahrer den Ausfall des ABS an.

b) Die **Selbstdiagnose** erkennt Fehler im ABS und speichert sie in ihrem Memory. Ein Kontrollstecker erlaubt dann mit Hilfe eines Voltmeters und der ABS-Kontrolllampe am Armaturenbrett eine Fehlerdiagnose durchzuführen (Kapitel 2). Die vom Steuergerät erkannten Fehlfunktionen bleiben auch beim Ausschalten der Zündung gespeichert.

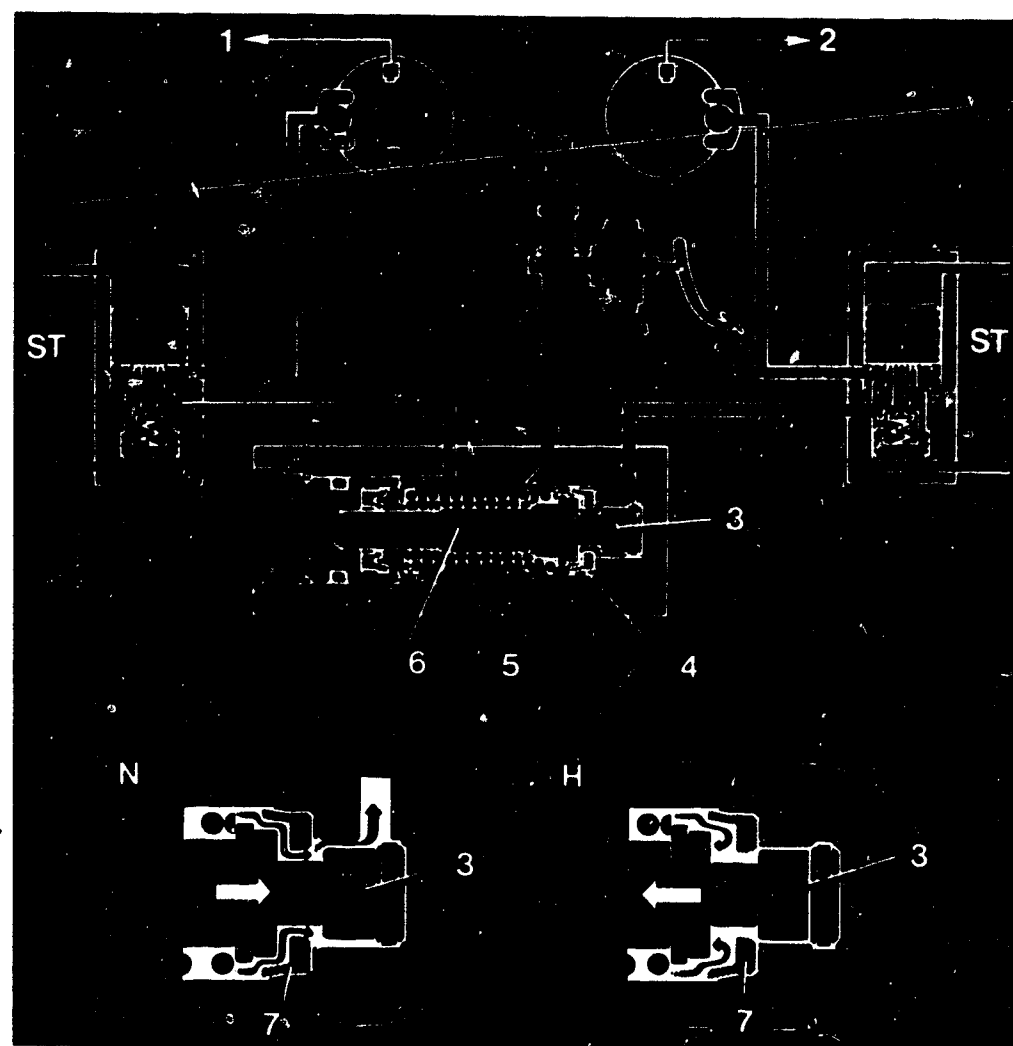
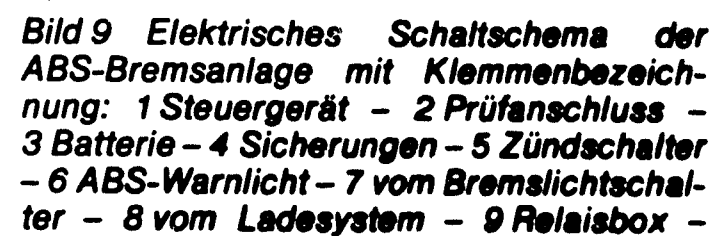


Bild 8 Das Bremskraftregelventil in der Hydraulikeinheit. 1 zu den Vorderradbremzen – 2 zu den Hinterradbremzen – 3 Ventilkopf – 4 Lippendichtring – 5 Feder – 6 Plunger – 7 Lippendichtring – ST Steuerkolben – N Niederdruck – H Hochdruck



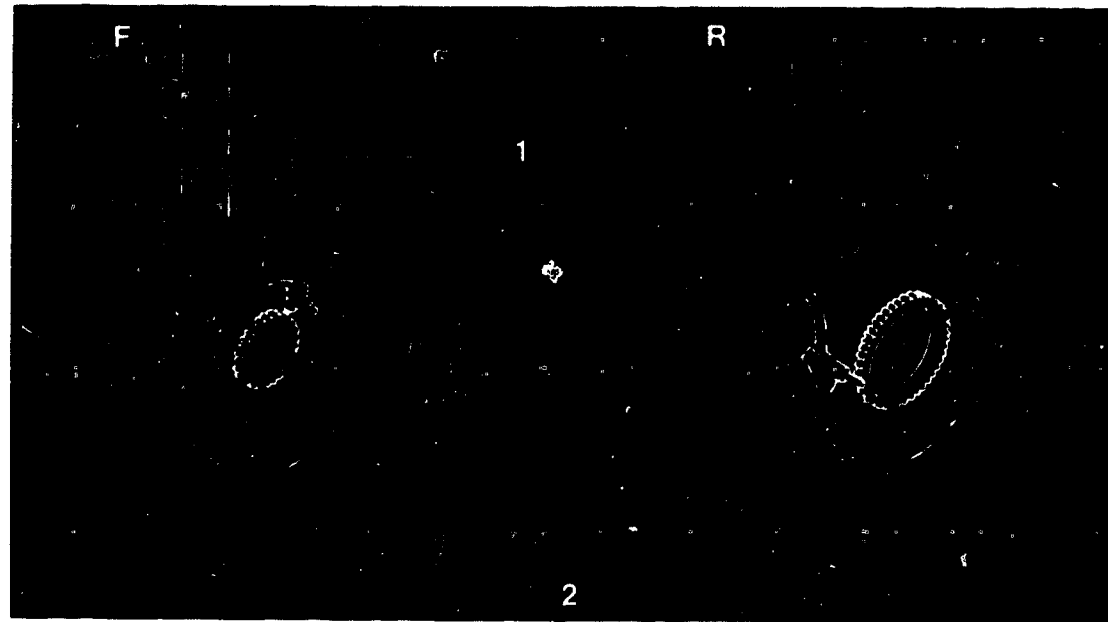


**A Pumpen-Relais - B Notlauf-Relais -  
10 Hydraulik-Einheit - M Pumpenmotor -  
V Magnetventile - N Niederdruckschalter -  
H Hochdruckschalter - 11 Radsensoren  
V/H.**



### 1.3 Radsensoren (Drehzahlgeber)

Die an den Radnaben angebrachten Zahnkränze (Bild 10) erzeugen am Induktivgeber ein Spannungssignal, das dem Steuergerät als Information für die effektive Raddrehzahl dient.

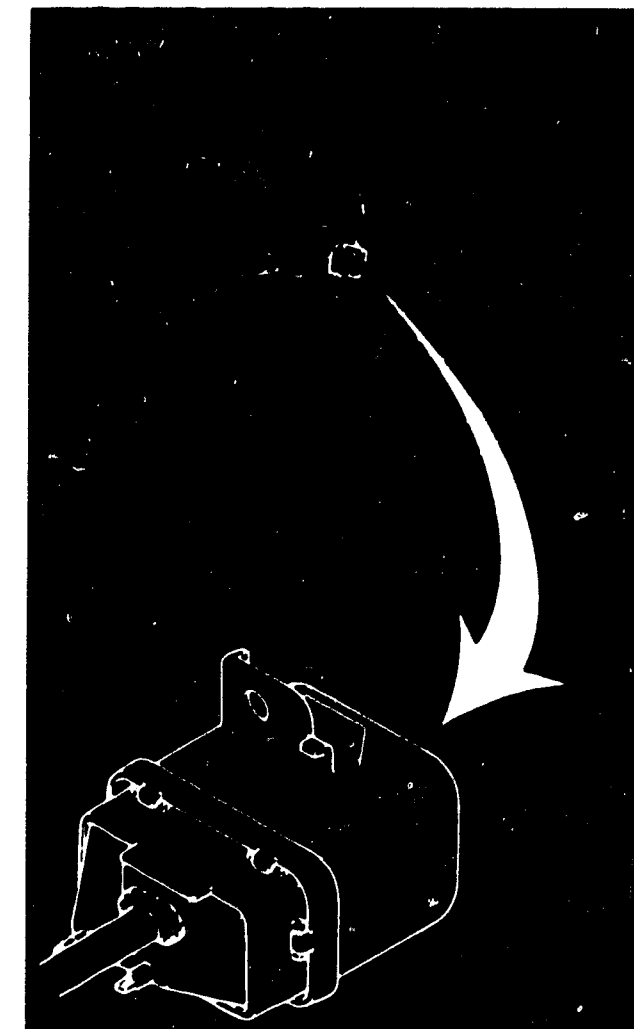


*Bild 10 Die Raddrehzahlsensoren an Vorder-(F) und Hinterrädern (R). 1 Geber (Sensor) – 2 Impulsring.*

### 1.4 Relaiskasten

Der im Motorraum hinter dem linken Federbein angeordnete Relaiskasten enthält das

- **Motor-Relais.** Dieses schaltet den Stromkreis des Pumpenmotors ein, der den Hydraulikdruck erzeugt.
- **Das Ausfallssicherheits-Relais.** Dieses versorgt die Elektromagnete und das Motor-Relais bei normalen Bedingungen mit Strom. Bei Störungen im Anti-Blockier-System unterbricht es die Stromzufuhr und stellt ein normales Funktionieren der Bremsen sicher.



*Bild 11 Relaiskästchen und seine Lage im Motorraum.*

**D15**

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



**D16**

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



## 2. Fehlersuche und Behebung

### 2.1 Notwendige Prüfgeräte

Zum Abfragen der Eigendiagnose dient die ABS-Kontrolllampe am Armaturenbrett. Zusätzlich ist zur Auswertung der Signale noch ein Voltmeter und zur Prüfung der einzelnen Bauelemente ein Ohmmeter nötig.

### 2.2 Lage des elektronischen Steuergerätes

Dieses ist gut geschützt unter dem Fahrersitz angebracht. Ein Prüfanschluss (P in Bild 12) am Steuergerät ermöglicht das Abfragen der im Memory gespeicherten oder noch vorhandenen Fehler in der elektrischen Anlage des ABS.

### 2.3 Hinweise für die Fehlersuche

Unter gewissen Bedingungen kann die ABS-Warnleuchte im Betrieb aufleuchten, auch wenn keine eigentliche Störung vorhanden ist. Solche Fälle können auftreten:

- wenn auf Schnee oder Eis die Handbremse angezogen wird oder die Bremsen eines Rades stark schleift.
- wenn unterschiedliche Reifengrößen verwendet werden.
- wenn bei angehobenem oder festgefahrenem Fahrzeug die Vorderräder länger als 20s durchdrehen.
- wenn die Batteriespannung zu niedrig ist.

### 2.4 Fehlersuche (Eigendiagnose)

Das Orten von vorgekommenen oder noch vorhandenen Fehlern in der elektrischen Anlage des ABS erfolgt in zwei Schritten. Zuerst wird durch Kurzschliessen am Prüfanschluss (Verbinden von Klemme b mit Klemme c Bild 13) ein Signal der ABS-Kontrolllampe im Armaturenbrett ausge-

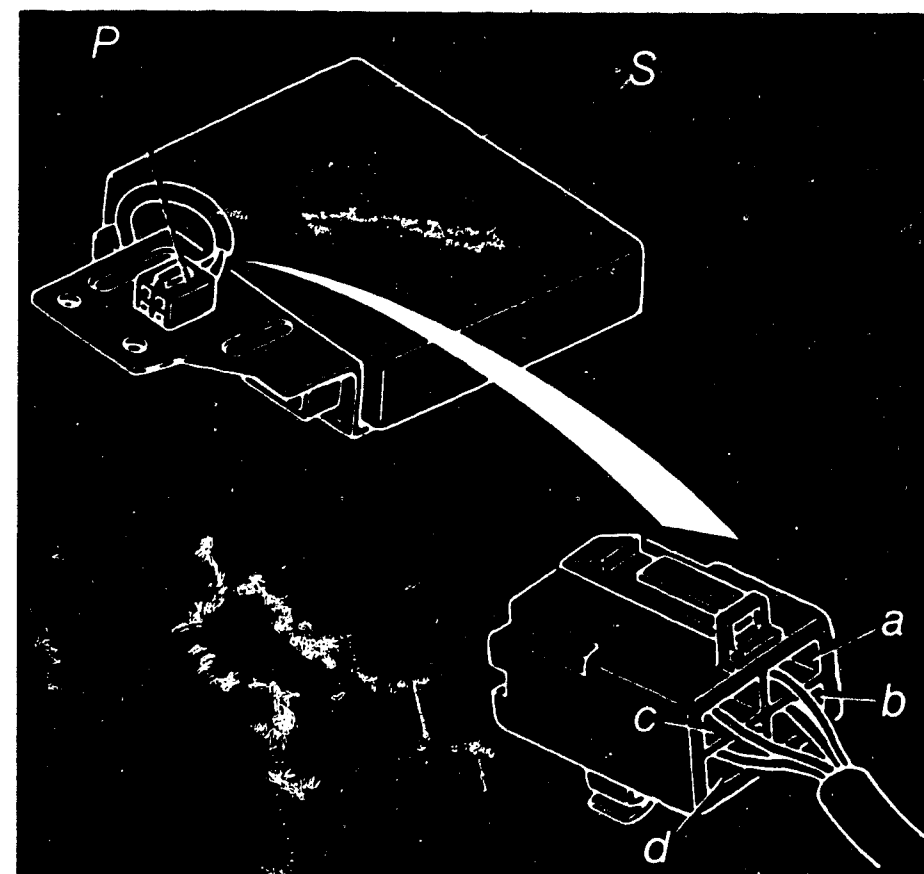


Bild 12 Das elektronische Steuergerät S, das sich unter dem Fahrersitz befindet, und der Prüfstecker P.

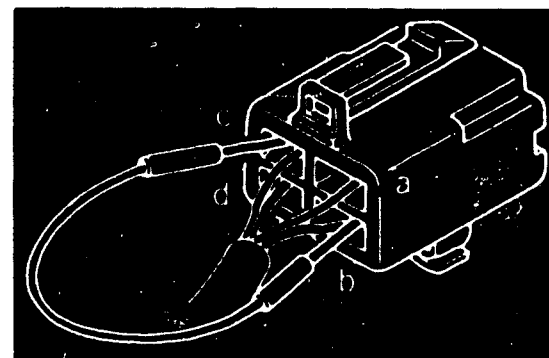


Bild 13 Um die Diagnoseanzeige einzuleiten, sind die Klemmen b und c am Diagnosestecker des Steuergerätes durch ein Kabel zu verbinden.

löst. Diese kann entweder blinken oder einschalten und dauernd brennen. Damit lässt sich bestimmen, ob ein Fehler momentan vorhanden ist (Lampe brennt dauernd) oder ob zuvor ein Fehler ausgelöst und im Steuergerät gespeichert wurde. Mit einem am Prüfanschluss angeschlossenen Voltmeter (Bild 14) lässt sich der Fehler noch präziser lokalisieren.

Die Fehlersuche erfolgt bei eingeschalteter Zündung. Wenn die Kontrolllampe ständig aufleuchtet und das Voltmeter Null Volt anzeigt, ist weder ein früherer aufgetretener noch ein momentaner Fehler im elektronischen Steuergerät des ABS gespeichert. Ein eventueller Fehler in der Bremsanlage ist nicht in der elektrischen Anlage des ABS zu suchen. Es muss sich um einen mechanischen Fehler handeln.

Die Art der Blinkcodes und die Ausschläge des Voltmeters für die verschiedenen Störungsursachen gehen aus der Fehler-suchtable auf Seiten D19/20 hervor. Das vorgehen zur Prüfung der einzelnen Bauteile mit ihren entsprechenden Anschlussklemmen und den elektrischen Sollwerten wird in der Tabelle auf den Seiten D21/22 aufgezeigt. Dabei ist das elektrische Schema (Seiten D13/14) zu konsultieren.

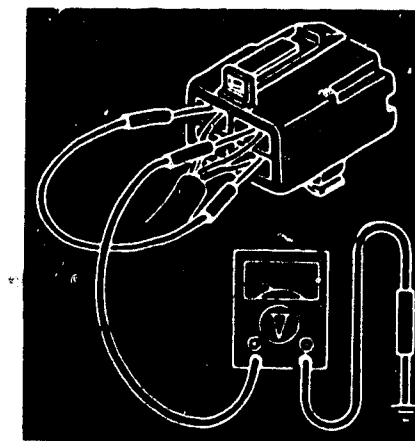


















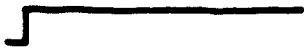










Bild 14 Eruiert der Fehlerquelle mit Hilfe des Voltmeters am Diagnosestecker des Steuergerätes.



# Fehlersuchtablette

Diagnoseanzeige		Mögliche Ursache	Fehlerstelle	
Warnleuchte	Voltmeter			
<div>EIN</div>  <div>AUS</div>	<div>12 V</div>  <div>0 V</div>  	Drehzahlgeber, Sicherung, Hydraulik-Einheit	Hydraulikeinheit Kabelbaum	Drehzahlgeber vorne rechts
				Drehzahlgeber vorne links
				Drehzahlgeber hinten
		Drehzahlgeber	Defekter Zahnkranz	vorne rechts
				vorne links
				hinten rechts
				hinten links
		Hydraulik-Einheit: Kabelbaum Steuergerätstecker	<ul style="list-style-type: none"><li>● Defekter Pumpenmotor</li><li>● Defekter Druckschalter</li><li>● Fehler im Kabelbaum</li><li>● Schlechter Kontakt des Vielfachsteckers am Steuergerät</li></ul>	
				
		Pumpenmotor-Relais, Notlauffunktions-Relais Kabelbaum	<ul style="list-style-type: none"><li>● Relais des Pumpenmotors defekt</li><li>● Störung im Stromkreis des Pumpenmotors</li></ul>	
				
			<ul style="list-style-type: none"><li>● Ausfallsicherheits-Relais defekt</li><li>● Fehlerhafter Ausfallsicherheits-Massenschaltkreis</li></ul>	
				
		ABS-Steuergerät Steuergerätstecker	<ul style="list-style-type: none"><li>● Ausfallsicherheitsrelais defekt</li><li>● Fehler im Stromkreis des Ausfallsicherheits-Relais</li><li>● Fehler oder Massenschluss im Stromkreis des Antriebsmotors</li></ul>	
				
		Elektrische Anlage	<ul style="list-style-type: none"><li>● Magnetventil defekt</li><li>● Steuergerät defekt</li><li>● Steuergerät defekt</li></ul>	
				
			<ul style="list-style-type: none"><li>● Batterie zu schwach</li></ul>	
			<ul style="list-style-type: none"><li>● Steuergerät defekt</li></ul>	
	Kein Signal, keine Störung gespeichert		<ul style="list-style-type: none"><li>● Schlechter Kontakt am 17-Pin-Anschlussstecker</li></ul>	
			<ul style="list-style-type: none"><li>● Generatorspannung zu schwach</li></ul>	

 momentane Fehler / 
  gespeicherte Fehler

**Tabelle zur Prüfung  
der einzelnen Bauteile**  
(Schaltschema siehe Bild 9)

Klemme		Bauteil		Prüfung	Prüfgeräteanschlüsse	Bedingung	elektr. Werte	
Q-01 11-poliger Stecker	2A (W) 2B (R)	Raddrehzahlgeber	vl	≈ Spannung	2A (W) – 2B (R)	Rad mit 1/s drehen	> 0,25 V	
				Widerstand			800-1200 Ω	
	2C (Y) 2D (O)		vr	Wechselspannung	2C (Y) – 2D (O)	Rad mit 1/s drehen	0,25 V	
				Widerstand			800-1200 Ω	
	2E (YG) 2F (YL)		hl	Wechselspannung	2E (YG) – 2F (YL)	Rad mit 1/s drehen	0,25 V	
				Widerstand			800-1200 Ω	
	2H (G) 2J(L)		hr	Wechselspannung	2H (G) – 2J (GR)	Rad mit 1/s drehen	0,25 V	
				Widerstand			800-1200 Ω	
	2I (GR)	Niederdruckschalter		Stromdurchgang	2I (GR) – Masse		Durchgang	
	2K (LB)	Hochdruckschalter		Stromdurchgang	2K (LB) – Masse		Durchgang	
2L (WB)	Lichtmaschinenausgang		Spannung	2L (WB) – Masse	Motor laufen lassen	ca. 14 V		
Q-01 17-poliger Stecker	A (WG)	Bremsleuchtenschalter		Spannung	A (WG) – Masse	Bremspedal drücken	12 V	
	B (RY)	Motor		Stromdurchgang	B (RY) – Masse		Durchgang	
	C (LO)	Motorrelais		Widerstand	C (Lo) (+Prüfspitze)-J		ca. 60-70 Ω	
	D (GR)	Prüfstecker		Stromdurchgang	D (GR) – A (GR, Q-07)		Durchgang	
	E (BL)	Ausfallsicherungsrelais		Widerstand	E (BL) – G (BG)		ca. 70-80 Ω	
	F (LY)	Warnleuchte		Stromdurchgang	F (LY) – Masse		Durchgang	
	G (BG)	Batterie		Spannung	G (BG) – Masse	Zündung einschalten	12 V	
	H (GB)	Prüfstecker		Stromdurchgang	H (GB) – B (GB, Q-07)		Durchgang	
	J (YG) K (Br)	Magnetventil		Widerstand	J (YG) – K (Br)		ca. 5,5 – 7 Ω	
	M (YR) O (BW)	Magnetventil			M (YR) – O (BW)			
	Q (YW) R (L)	Magnetventil			Q (YW) – R (L)			
	L (B) N (B) P (B)	Masseschaltkreis			L (B) – Masse			
			N (B) – Masse					
	4-poliger Stecker	C (B)				P (B) – Masse C (B, Q-07) – Masse		



### 3. Löschen des Speichers

Da jeder Fehler im Steuergerät gespeichert wird, muss er nach der Reparatur auch wieder gelöscht werden. Dies ist durch das Trennen der Batterie nicht möglich! Um einen Fehler zu löschen, ist folgendermassen vorzugehen (Bild 15):

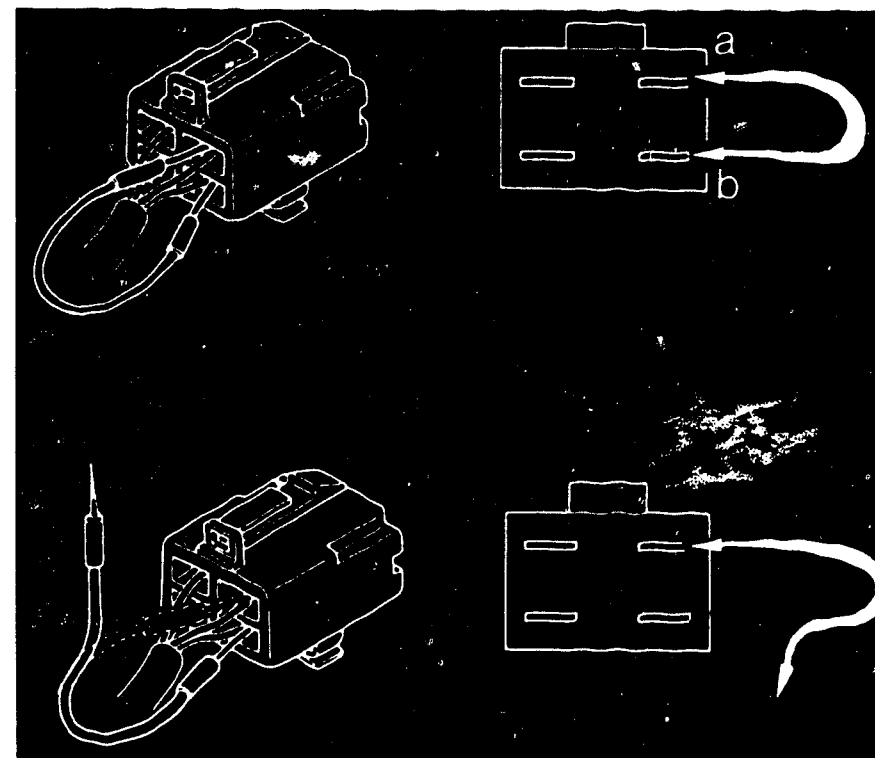
#### Schritt A

1. Anschluss a und b verbinden
2. Zündung einschalten
3. ABS-Kontrolllampe muss aufleuchten
4. Nach 1 ... 2 s Zündung ausschalten

#### Schritt B

5. Überbrückung von Anschluss b lösen
6. Motor starten
7. Zündung ausschalten, nachdem Kontrolllampe gelöscht hat.

Wenn die Kontrolllampe nach Punkt 6. nicht ausgeht, ist noch ein Fehler gespeichert, der auf dieselbe Weise zu löschen ist. Das Steuergerät kann maximal 32 Fehler speichern, die alle einzeln gelöscht werden müssen.



*Bild 15 Löschen des Speichers durch Kurzschliessen von Anschluss a-b am Diagnosestecker des Steuergerätes.*

### 4. Arbeiten an der Hydraulikeinheit

#### 4.1 Prüfen des Flüssigkeitsstandes

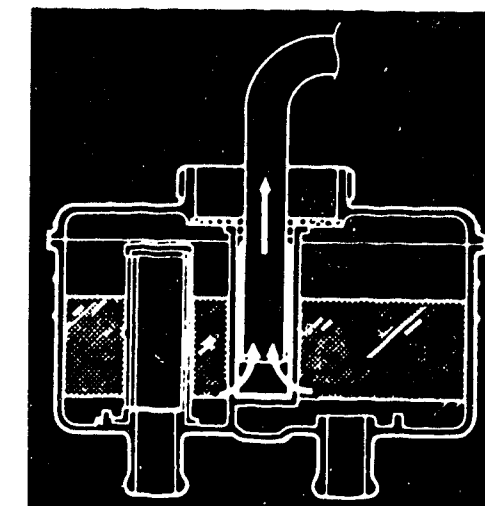
Zuvor ist der Motor 10s laufen zu lassen, damit sich der Druck im Speicher aufbaut.

Der Flüssigkeitsstand muss sich zwischen der Min- und Max-Marke am Behälter befinden.

Liegt er wesentlich unter der Minimalmarke und ist am Deckel keine Undichtheit erkennbar, ist die Hydraulik zu ersetzen.

#### 4.2 Wechseln der Bremsflüssigkeit

Diese ist alle 2 Jahre zu ersetzen. Dabei muss die Bremsflüssigkeit mit einem weichen Schlauch (um den Filter im Behälter nicht zu beschädigen) abgesaugt werden. Es kann nur die im (Bild 16) angedeutete Flüssigkeitsmenge abgesaugt werden.



*Bild 16 Das Absaugen der Bremsflüssigkeit mit einem weichen Schlauch. Nur die schraffierte «Menge» kann abgesaugt respektive gewechselt werden.*

**Vorgeschriebene Bremsflüssigkeit :**  
DOT-4 oder SHE J 1703a  
Beim Einfüllen darf der obere Filter (Luftfilter) nicht mit Bremsflüssigkeit benetzt werden, sonst können beim Entlüften Schwierigkeiten auftreten.

#### 4.3 Vorsichtsmassnahmen beim Ausbau der Hydraulikeinheit

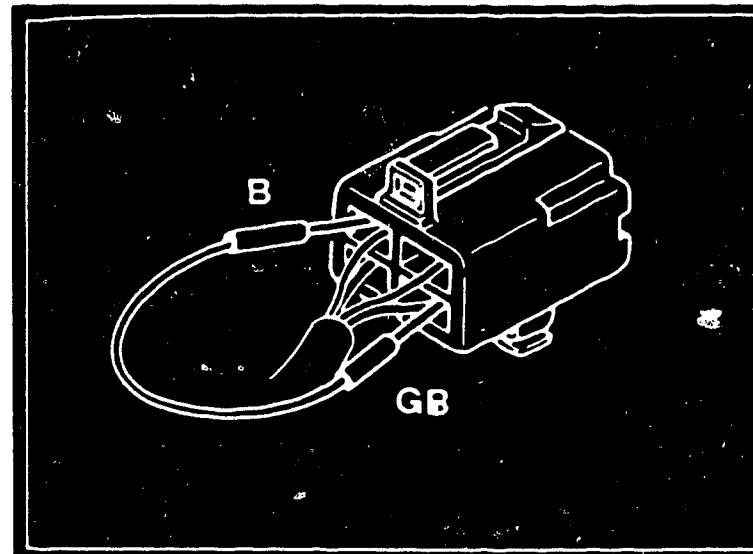
Da der Druckbehälter unter hohem Gasdruck steht, darf er nicht zerlegt, harten Schlägen oder grosser Hitze ausgesetzt werden. Vor dem Ausbau muss der Hochdruck entlastet werden. Dazu ist die Schraube unten am Druckbehälter um eine Umdrehung zu lösen.

## 5. Prüfung der Bremsdruckregelung

Dazu ist das Fahrzeug aufzubooken, die Batterie auf volle Ladung zu prüfen, die Handbremse zu lösen und zu kontrollieren, dass jedes Rad frei - ohne zu schleifen dreht.

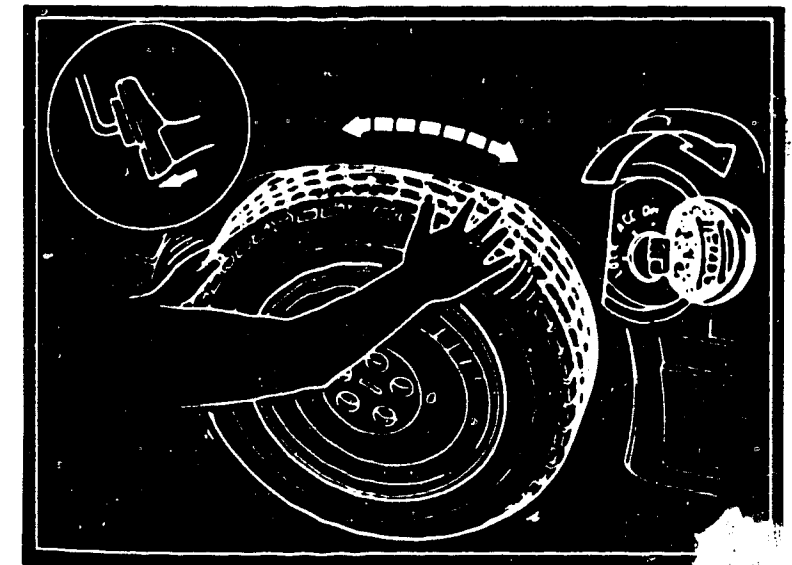
#### Prüfvorgang:

- Klemmen GB und B des Prüfsteckers mit einem Kabel verbinden (Bild 17)
- Bremspedal betätigen und prüfen, ob das Rad nicht gedreht werden kann.
- Motor für 10s laufen lassen und abstellen.



**Bild 17** Zum Prüfen der Bremsdruckregelung sind die Klemmen B und GB des Prüfsteckers mit einem Kabel zu verbinden.

- Bei gedrücktem Bremspedal Zündung einschalten und prüfen, ob das Rad abwechselnd gedreht werden kann und wieder gebremst wird (taktmässig 1s frei, 1/2s gebremst), was eine funktionierende Bremsdruckregelung anzeigt.
- Alle Räder in gleicher Weise überprüfen (Bild 18).
- Bei einem Fehler Warnleuchte und Bremsleuchenschalter überprüfen.
- Zum Schluss: Verbindungskabel am Stecker entfernen.



**Bild 18** Bei gedrücktem Bremspedal u eingeschalteter Zündung ist ein Rad nacheinander für einige Sekunden zu drehen. Es muss abwechselnd Bremsen und wieder frei werden.



5.1 Prüfung des integrierten Bremskraftreglers

Der in der Hydraulikeinheit integrierte Bremskraftregler (siehe D1/D2) kann mit Hilfe von zwei Manometern mit einem Messbereich bis 100bar wie folgt geprüft werden:

- 1. An einer Vorder- und Hinterradbremse den Bremsschlauch an der Bremsleitung lösen und dort ein Manometer anschliessen (Bild 19).

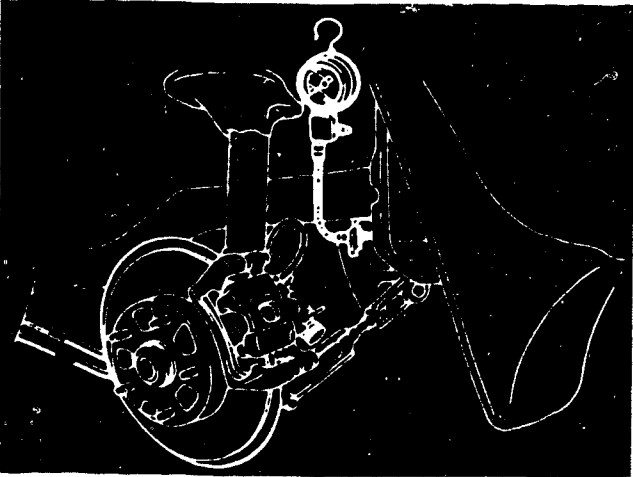


Bild 19 Zur Prüfung des integrierten Bremskraftregelventils ist an den Vorder und Hinterradbremsen ein Prüfmanometer zu montieren.

- 2. Das System entlüften (siehe 5.4).
- 3. Bremspedal betätigen und den Flüssigkeitsdruck an der Vorder und Hinterradbremse messen (ablesen). Die Sollwerte gehen aus der Tabelle hervor:

Messung	Vorderradbremse	Hinterradbremse
A	30 bar	28 ... 32 bar
B	70 bar	40 ... 44 bar

- 4. Weichen die gemessenen Bremsdrücke von den Sollwerten ab, ist die Hydraulikeinheit zu ersetzen.

5.2 Prüfen der Raddrehzahlgeber

Diese können auf zwei Arten geprüft werden.

a) Spannungsmessung: Bei angehobenem Fahrzeug wird das Rad mit ungefähr einer Umdrehung pro s gedreht und die Spannung am getrennten Stecker mit einem Wechselstrom-Voltmeter messen. Die Spannung soll > 0.25V sein

b) Widerstandsmessung: Am getrennten Stecker (Bild 20) ist der Widerstand des Gebers mit einem Ohmmeter zu messen. Entspricht dieser nicht dem Sollwert von 800...1200Ω, ist der Geber zu ersetzen.

Achtung: Nach dem Verbinden der Stecker vergewissere man sich, dass diese oder das Kabel die volleingeschlagenen Räder nicht berühren können.

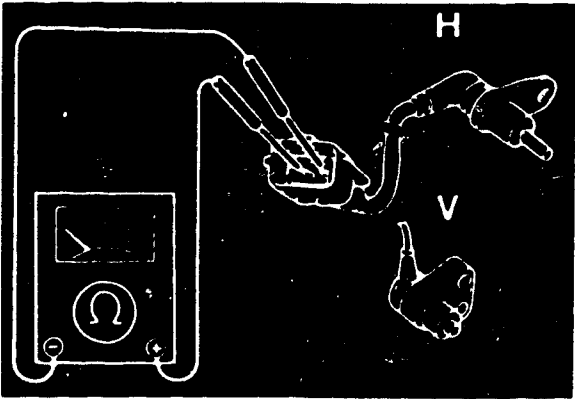


Bild 20 Das Messen des Widerstandes der Radsensoren.

Sowohl vorn wie hinten können die Drehzahlgeber der linken und rechten Seite nicht miteinander getauscht werden. Die Haltung ist mit L oder R bezeichnet.

Der Abstand zwischen Impulsrad und Geber beträgt 0.3...1.0mm und ist nicht einstellbar. Sowohl vorn wie hinten kann das verzahnte Impulsrad von der Radnabe abgebaut (mit Hammer und Meissel abschlagen) und ersetzt werden.

Schraubenanzugsdrehmomente	(Nm)
Befestigungsschrauben der Raddrehzahlgeber v/h	16 ... 23
Radnabenmutter vorn	235 ... 319
hinten	98 ... 117
Befestigungsmuttern der Hydraulikeinheit	19 ... 25
Hohlschrauben der Hauptbremszylinder-Leitungsanschlüsse	20 ... 29
Bremsleitungsaccords	13 ... 22
Radschrauben	88 ... 118



## 6. Prüfen des Steuergerätschaltkreises

Mit Volt- und Ohmmeter lässt sich der Steuergerätestromkreis aufgrund der nachstehenden Tabelle prüfen. Vor dem Trennen der Stecker am Steuergerät ist der Motor für 10s laufen zu lassen. Die Messungen sind auf der Kabelbaumseite der Stecker vorzunehmen.

NB: Bei Widerstandsmessungen sind die Kabelbäume und Stecker jeweils zu bewegen und zu prüfen, ob sich dabei die Widerstandswerte verändern.

### 6.1 Prüfen der ABS-Warnlampe

Man prüfe zuerst, ob die anderen Lampen auch aufleuchten. Wenn nicht, muss die Sicherung (10A) des Instrumentenstromkreises geprüft werden.

Bei eingeschalteter Zündung ist:

- die Klemme LY des Prüfsteckers mit einem Kabel an Masse zu schliessen (Bild 21).
- Leuchtet die ABS-Lampe nicht auf, ist diese und der Kabelbaum zwischen Batterie und Prüfstecker zu kontrollieren.

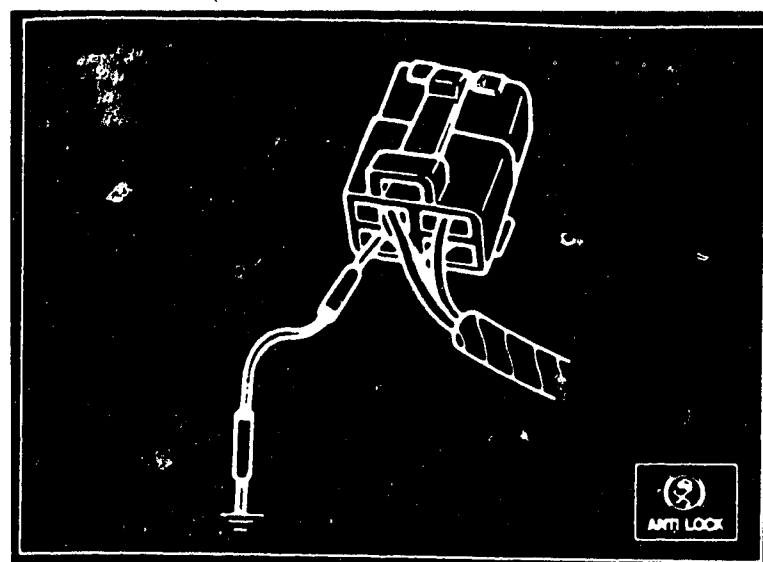


Bild 21 Das Prüfen der ABS-Warnleuchte durch an Masselegen der Klemme LY.

- An der Klemme F(LY) des Prüfsteckers muss eine Spannung von 12V anliegen. Wenn nicht, ist der Kabelbaum zwischen Lampe und Steuergerät zu prüfen. Ist die Spannung richtig, muss das Relaiskästchen oder das Steuergerät ersetzt werden.

### 6.2 Prüfen des Relaiskästchens

**Ausfallsicherungs-Relais:** Widerstand zwischen KI BG → BL mit einem Ohmmeter prüfen, ebenso ob sich der Widerstand zwischen KI BR und LY ändert, wenn die Polarität umgekehrt wird.

**Motor-Relais:** Gleiche Messungen zwischen KI. BR → LO und Widerstandsänderungen an den gleichen Klemmen. Falls notwendig, Relaiskästchen ersetzen.

### 6.3 Prüfen des Druckschalters

Die Hydraulik-Einheit hat einen Mikro- und einen Druckschalter. Der Mikroschalter arbeitet bei Hochdruck, der Kontaktschalter wird bei niedrigem Druck aktiviert. Wenn der Hydraulikdruck im ABS unter einen Druck von 125bar abfällt, betätigt die Bourdonische-Röhre (C) den Hebel (B). Der Hebel gibt den Mikroschalter (D) frei und der Kontaktschalterarm (E) wird nach unten gedrückt. Der Kontaktschalter (G) wird geöffnet, das ABS-Warnlicht ein- und der Pumpenmotor ausgeschaltet.

Bei normalem Betriebsdruck (125...220bar) muss der Mikroschalter offen bleiben, der Kontaktschalter aber schließen und so das Warnlicht aus und die Pumpe einschalten.

Bei Überdruck (200...220bar) hebt sich die Röhre (C) vom Hebel (B) ab, sodass dieser den Mikroschalter betätigen und den Pumpenmotor ausschalten kann.

Bei Störungen ist der Schalter zu ersetzen.

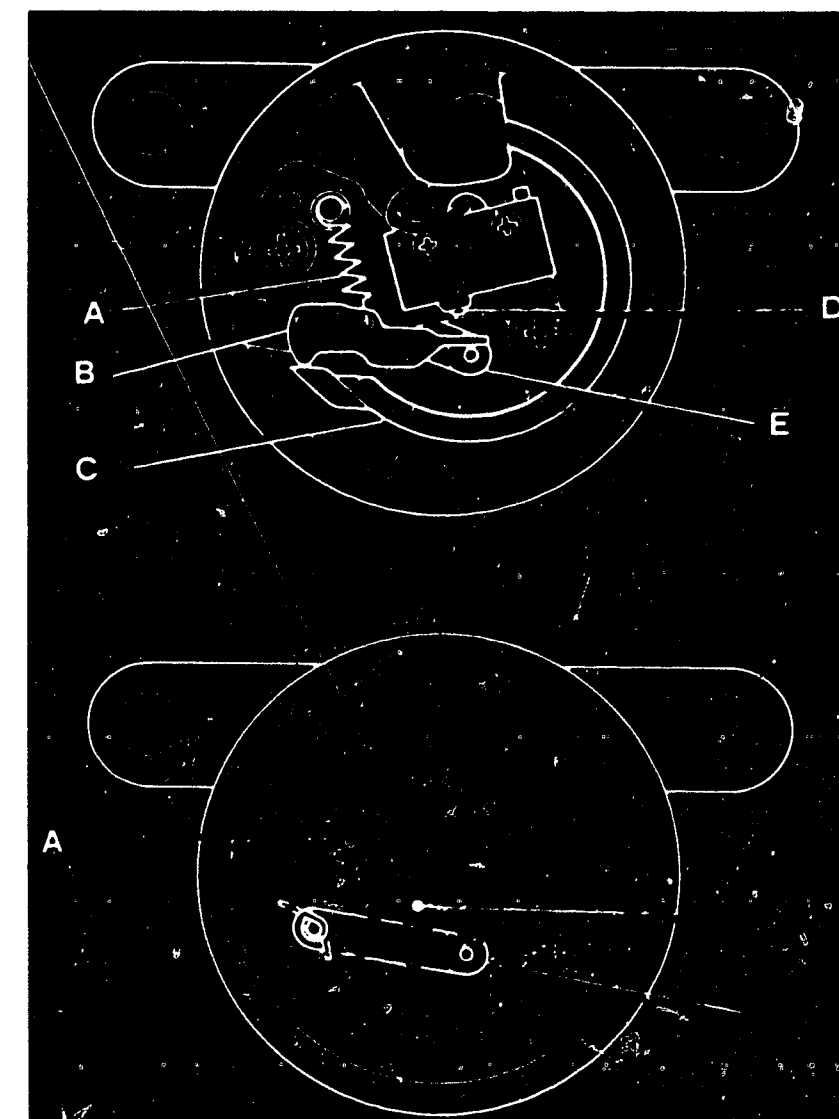


Bild 22 Der Druckschalter in seinen Schaltpositionen. A Feder – B Hebel – C Bourdonische-Röhre – D Mikroschalter – E Hebelarm – G Kontaktschalter

## 7. Entlüften der Bremsanlage

Die Bremsanlage wird auch mit ABS auf herkömmliche Art entlüftet, und zwar in der Reihenfolge hinten rechts, vorne links, hinten links und vorne rechts. Die Hydraulikeinheit des ABS besitzt kein spezielles Entlüfterventil.

E1

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



E2

Werkstatt-Service  
Antiblockier-Bremssystem



## V. Bendix- Antiblockier- Bremssystem:

(eingebaut im neuen Peugeot 405)

Die amerikanische Firma Bendix, die seit einigen Jahren zur Allied Signal Inc. Gruppe gehört und auch in Europa verschiedene Fabriken hat, zählt zu den grössten Herstellern von Bremsaggregaten für Personen und Lastwagen. Seit einiger Zeit werden auch Antiblockieranlagen für PW und LW produziert. Das neueste Antiskid-System, das als dritte Generation herauskam, wurde 1986 an der englischen Motor-Show vorgestellt. Es wird seit kurzem im neuen **Peugot 405** sowie im **Renault 19** verwendet und deshalb vermehrt auch bei uns in Erscheinung treten.

Wie andere Systeme dieser Art hat es die Aufgabe, das Blockieren der Räder beim Bremsen zu verhindern und das Fahrzeug lenkfähig und spurtreu zu halten. Das Bendix-Antiblockiersystem unterscheidet sich z.T. wesentlich von anderen Systemen, weil es ein eigenes Hochdrucksystem mit einer Hydraulikpumpe besitzt, das die Bremskraft aufbringt. Die Regelung wird von einem Steuergerät übernommen.

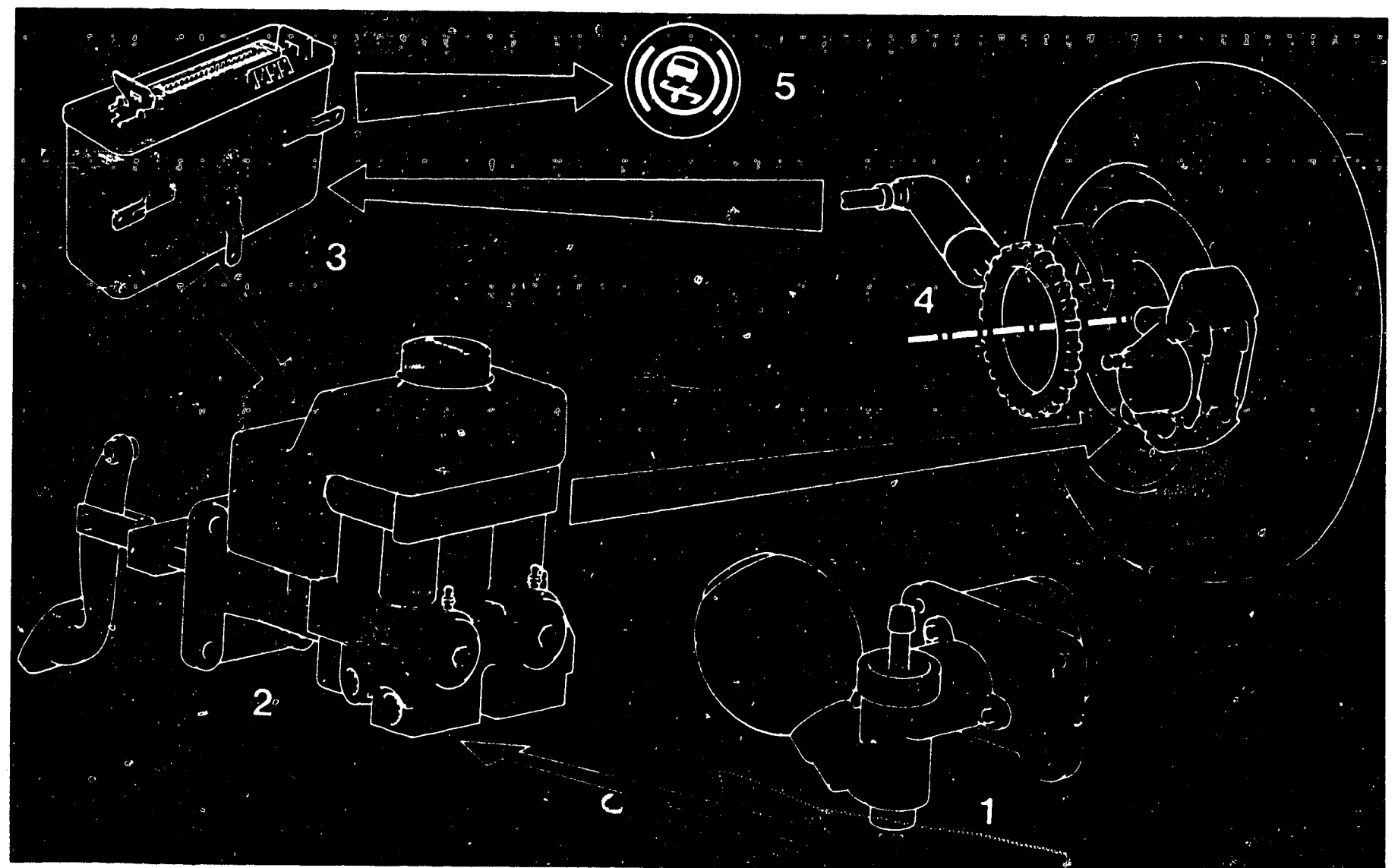
*Bild 1 Die wichtigsten Komponenten des Bendix Antiskid (Antiblockiersystem) für Personenwagen. 1 Hydraulikpumpeneinheit – 2 Bremsbetätigungseinheit – 3 elektronisches Steuergerät – 4 Drehzahlgeber eines Rades – 5 ABS-Warnlampe*

## 1. Aufbau und Funktion der Bauteile

Das Bendix-Antiskid umfasst vier wichtige Baugruppen:

- a) Die **Hydraulikpumpeneinheit**, die aus einem kleinen Elektromotor, einer Kolbenpumpe und einem Druckspeicher besteht.
- b) die **Bremsbetätigungseinheit**, die zwei Hauptbremszylinder, sechs Magnetventile und das Bremsflüssigkeitsreservoir umfasst.

- c) das **elektronische Steuergerät**, das den Bremsdruck regelt und durch ein Eigenprüfungssystem die Anlage dauernd überwacht.
- e) die **Drehzahlgeber** (Radsensoren), die dem Steuergerät die Drehzahlen der einzelnen Räder signalisieren.



F1

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



F2

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme





## 1.1 Die Hydraulikpumpe

Sie hat die Aufgabe, den für die Bremsbetätigung (Aufbringen der Bremskraft) nötigen Hydraulikdruck zu liefern. Dieser liegt zwischen 160 und 180 bar. Die Einkolbenpumpe (Bild 2) wird von einem Elektromotor von 180/220 W angetrieben. Ein Überdruckventil begrenzt den Druck auf 210 bar, falls der 180-bar-Druckschalter ausfällt. Ein Druckspeicher mit einer Stickstoffkammer hält eine gewisse Druckreserve aufrecht, damit die Pumpe nicht dauernd arbeiten muss und bei Ausfall der Pumpe zum mehrmaligen Bremsen noch eine Druckreserve verfügbar ist.

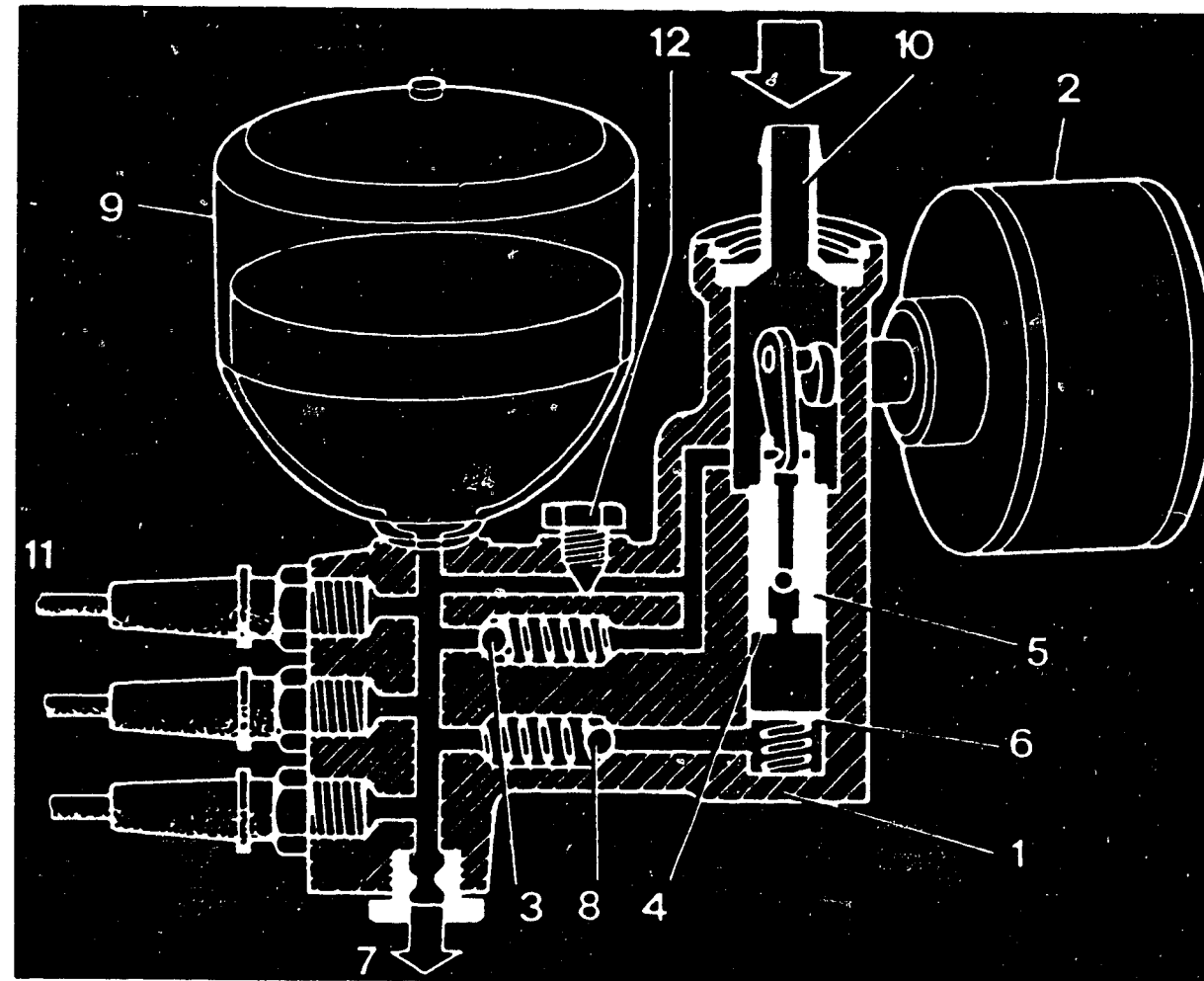


Bild 2 Schnitt durch die elektrisch angetriebene Hochdruckpumpe mit den drei Druckschaltern. 1 Pumpengehäuse – 2 Elektromotor – 3 Überdruckventil (210 bar) – 4 Kolben – 5 Einlassventil – 6 Auslassventil – 7 Hochdruck-Ausgang zur Betätigungseinheit – 8 Einwegventil – 9 Druckspeicher mit Membrane – 10 Einlassöffnung der Bremsflüssigkeit – 11 Druckschalter – 12 Druckablassschraube.

### a) Arbeitsweise der Einkolbenpumpe

In der Ansaugphase (I. in Bild 3), das heisst, wenn der Kolben nach oben geht, ist das Kolbenventil (5) geöffnet und das Bodenventil (6) geschlossen. Die Kammer (a) füllt sich vom Reservoir her mit Bremsflüssigkeit.

Wenn der Kolben in der Druckphase (II.) nach unten geht, schliesst sich das Ventil im Kolben, während das Bodenventil (6) durch den vom Kolben in der Kammer (a) erzeugten Druck geöffnet wird. Das Drucköl gelangt über das Rückschlagventil (8) zu den Hauptbremszylindern und zum Druckspeicher (9). Bei diesem handelt es sich um ein kugelförmiges Gehäuse, das durch eine Membrane in zwei Kammern geteilt wird. Die untere nimmt die Druckölreserve auf, während die obere (b) als Druckmittel Stickstoff enthält.

I. Ansaugphase

II. Druckphase

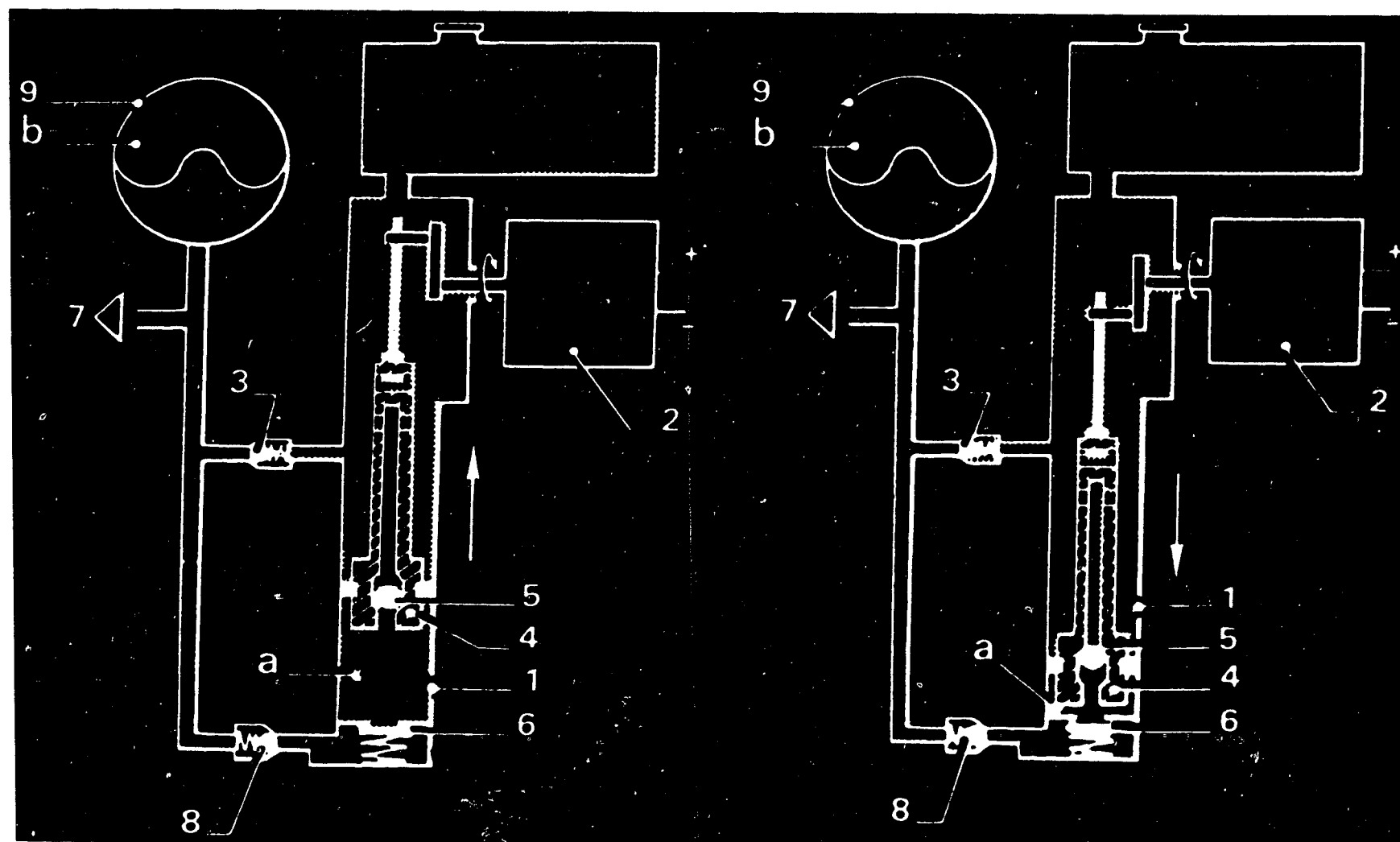


Bild 3 Wirkungsweise der Hochdruckpumpe im Saughub (links) und Druckhub (rechts). 1 Pumpengehäuse – 2 Elektromotor – 3 Überdruckventil – 4 Kolben – 5 Ventil – 6 Druckventil – 7 zu der Betätigungseinheit – 8 Rückschlagventil – 9 Druckspeicher – a Druckraum – b Luftkissen.

F5

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



F6

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



## b) Arbeitsweise der drei Druckschalter

Seitlich am Druckspeichergehäuse sind drei Druckschalter angeordnet, die dazu dienen, den Hydraulikdruck zwischen 160 und 180bar zu regeln und einen allfälligen übermässigen Druckabfall durch Einschalten der ABS-Warn-Leuchte (14 in Bild 4) zu melden.

Bei einem Druck unter 160bar sind die Druckschalter (10 und 11 in Bild 4) geschlossen, und der Pumpenmotor (1) erhält über das Relais (12) Strom. Die Hydraulikpumpe ist in Aktion. Übersteigt der Druck 160bar, öffnet sich der Druckschalter (10), während der 180-bar-Schalter (11) noch geschlossen bleibt und den Pum-

penstromkreis geschlossen hält. Erst wenn der Hydraulikdruck 180bar überschreitet, öffnet sich auch dieser Schalter (11) und setzt Relais (12) und Pumpe ausser Betrieb. Fällt der Druck unter 180bar, aber bleibt über 160bar, schliesst sich der Schalter 11, was aber ohne Einfluss auf das Relais (12) bleibt. Erst wenn der Druck unter 160bar fällt und auch der Schalter (10) schliesst, schaltet das Relais (12) den Pumpenstromkreis wieder ein und setzt die Pumpe in Betrieb.

Der dritte Druckschalter (13) betätigt bei einem Druckabfall unter 90bar die ABS-Warnleuchte (14).

## 1.2 Hauptbremszylinder mit Hochdrucksteuerung

Die zwei im gleichen Gehäuse untergebrachten und mit den Steuerventilen zu einer Einheit verbundenen Hauptbremszylinder haben zwei Aufgaben:

- Erstens müssen sie den Hydraulikdruck zu den Bremsen leiten und der vom Fahrer ausgeübten Pedalkraft anpassen.
- Zweitens müssen sie bei Ausfall des Hochdrucksystems wie herkömmliche Hauptbremszylinder wirken und die Abbremsung des Wagens mit blosser Fusskraft ermöglichen.

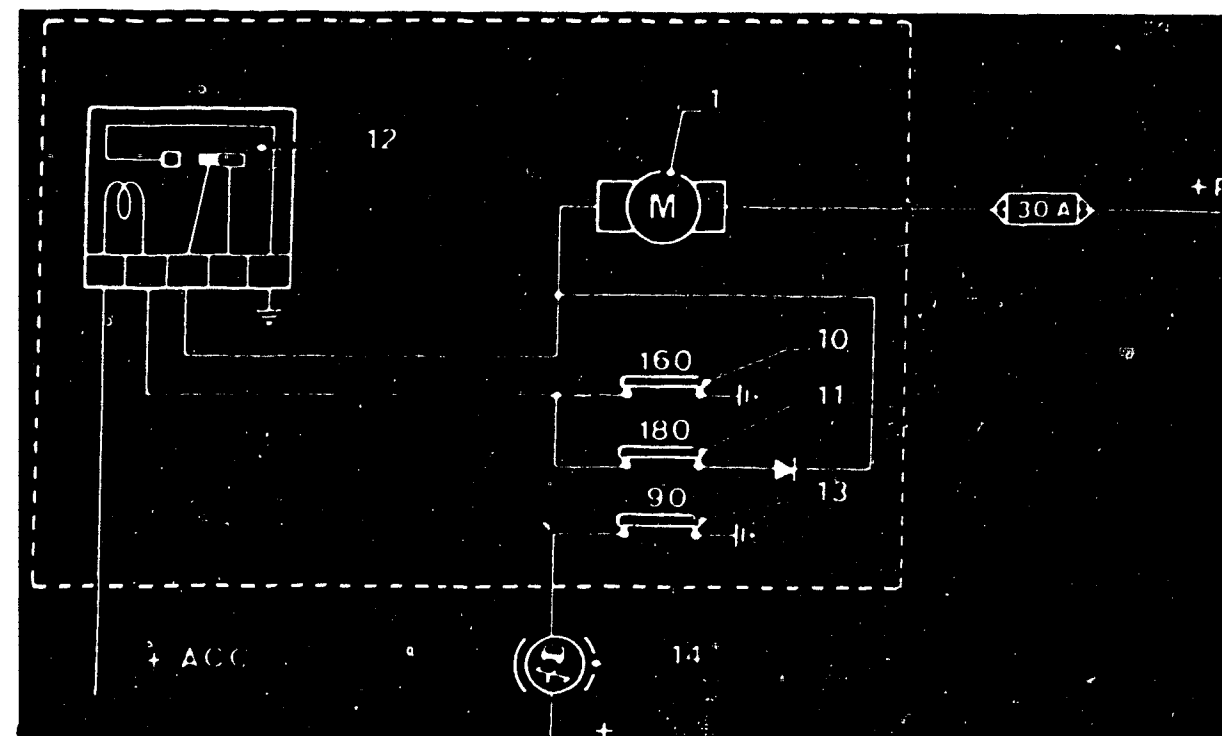
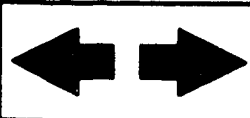


Bild 4 Hydraulikpumpenrelais und Schalter. 1 Elektromotor – 10 160-bar-Druckschalter – 11 180-bar-Druckschalter – 12 Relais – 13 90-bar-Druckschalter – 14 ABS-Warnschalter.

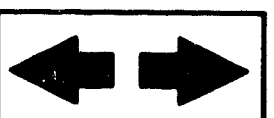
F7

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



F8

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



### a) Ruhestellung des Hauptbremszylinders

Das Drucköl wird dem Hauptbremszylinder durch den Anschluss (A) und das Rückschlagventil (9) zugeführt. Der in der Kammer (B) herrschende Druck, unterstützt durch die Feder (1), schiebt den ganzen Ventilblock (5) nach links an den Anschlag im Hauptbremszylinder. Das Ventil (2) ist geöffnet, so dass zwischen der Austrittsbohrung (C) zu den Radzylindern und der Zulaufbohrung des Bremsflüssigkeitsbehälters (D) eine Verbindung herrscht und das Bremssystem drucklos ist.

### b) Vorgang beim Bremsen (ohne ABS)

beim Betätigen der Bremsen verschiebt sich der Kolben (3) nach rechts. Dabei wird über die Felder (4) auch der Schieber (5) verschoben, bis das Ventil (2) schliesst und das Ventil (6) öffnet. Dadurch wird der Hochdruckdurchlass zu den Radbremszylindern freigegeben und die Bremsung eingeleitet. Der Druck im Durchlass (E) wirkt auf den kleinen Ventilkolben und versucht, den Schieber (5) nach links gegen die Feder (4) zu schieben. Es beginnt sich sofort ein Gleichgewichtszustand zwischen der auf die Feder wirkenden Pedalkraft und dem Druck im Hochdruckdurchlass (E) einzustellen. Das Ventil schliesst und öffnet je nach der Krafteinwirkung auf das Bremspedal und ermöglicht so ein feinfühliges Bremsen oder ein Aufrechterhalten des gewünschten Bremsdruckes in den beiden Bremskreisen.

Beim Loslassen des Bremspedals drückt der in der Kammer (5) herrschende Druck den Schieber (5) nach links, bis das Ventil (2) öffnet und die Bremsflüssigkeit von den Radbremszylindern über die Bohrung (7) in den Reservebehälter zurückströmen kann.

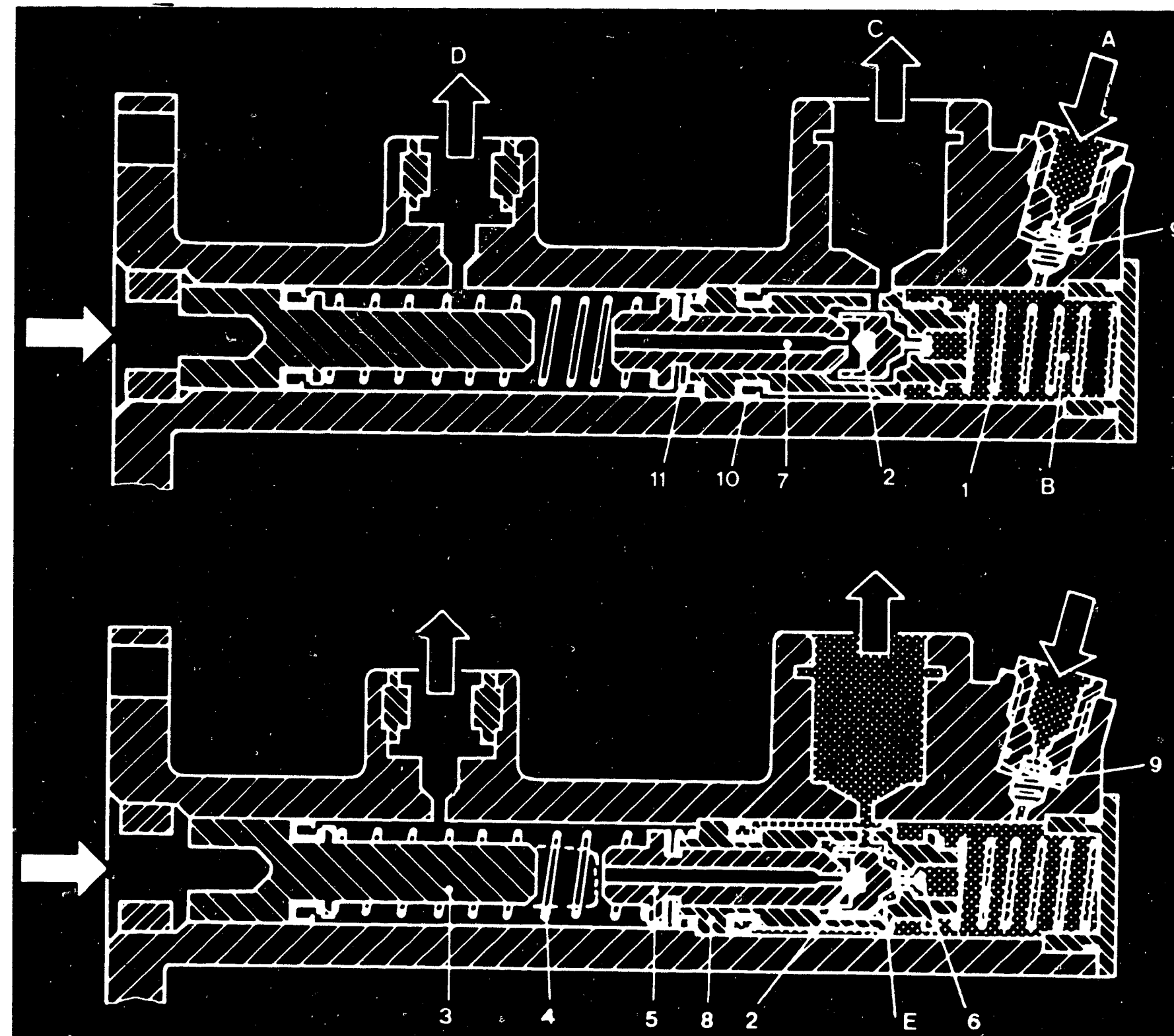


Bild 5 Der Hauptbremszylinder und seine Funktionsweise. Oben in Ruhezustand, unten betätigt. 1 Feder – 2 Ventil – 3 Kolben – 4 Feder – 5 Schieber – 6 Ventil – 7 Durchlassbohrung – 8 Hülse – 9 Rückschlagventil

– A Drucköl-Einlass – B Druckkammer – C Drucköl-Auslass zu den Vorder- und Hinterbremsen – D Zulauf oder Rücklauf zum Bremsflüssigkeitsreservoir – E Ringspalt.

F9

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



F10

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



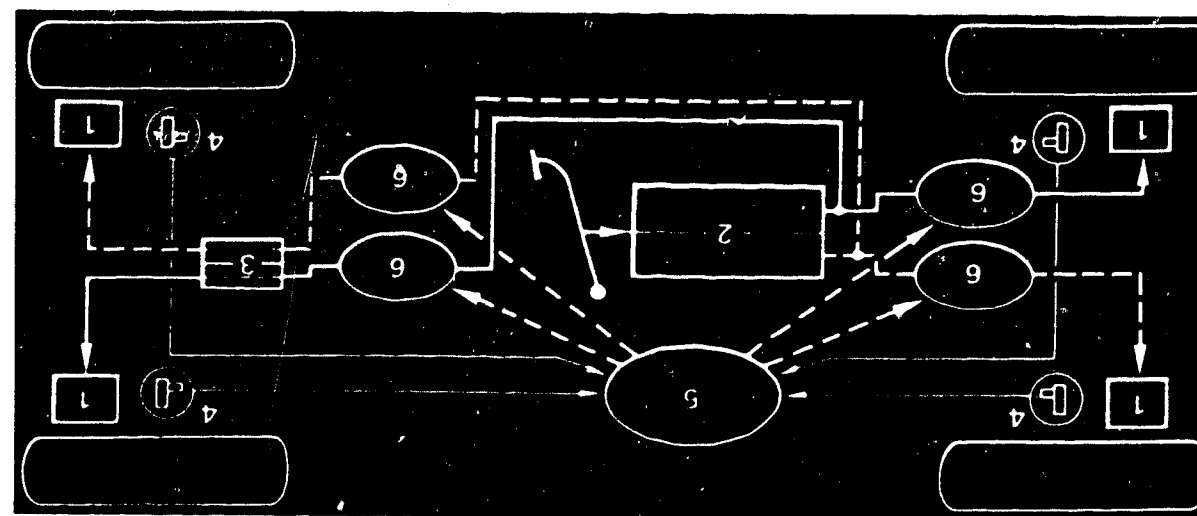
Wie das Bild 6 zeigt, sind die beiden Bremskreise diagonal aufgeteilt. Das linke Vorderrad und das rechte Hinterrad werden also von einem Hauptbremszylinder bedient und das rechte Vorderrad und das linke Hinterrad vom anderen.

### c) Ausfall des Hydraulikdrucksystems

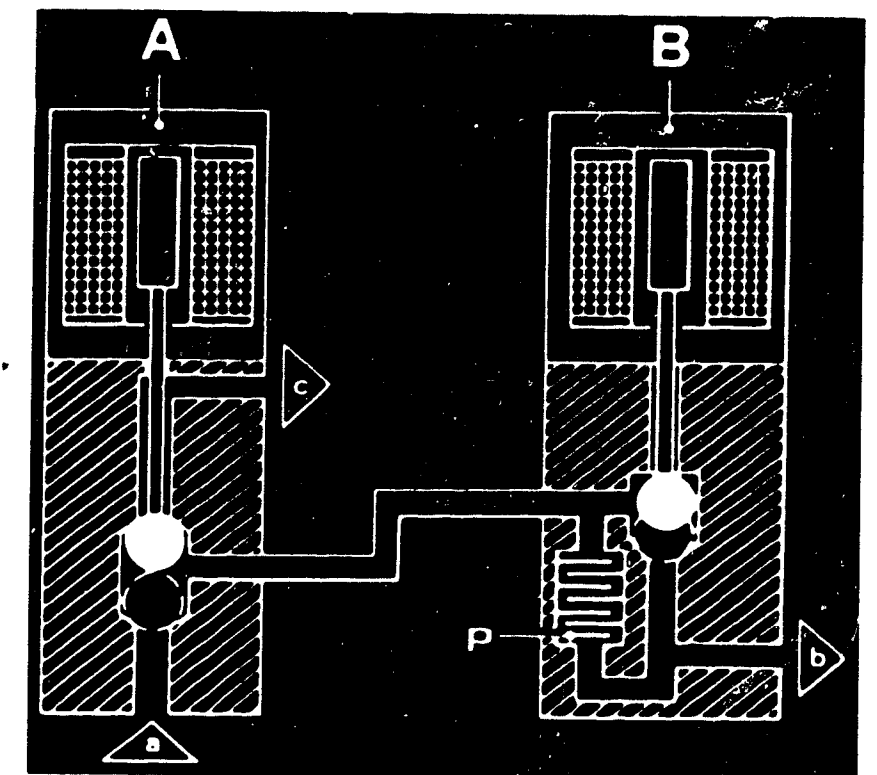
In diesem Fall verschiebt sich der Kolben (3), bis er auf dem Schieber (5) aufsteht und das Ventil (2) schliesst. Beim Weiterbewegen wirkt nun die Hülse (8) wie ein Hauptzylinderkolben und erzeugt in der Kammer (B), die gegen den Hochdruckanschluss (A) hin durch das Ventil (9) abgedichtet ist, den zum Bremsen nötigen Bremsdruck.

### 1.3 Die elektromagnetischen Steuerventile des ABS

Diese haben die Aufgabe, beim Einsetzen der ABS-Regelung den Bremsdruck in den Bremskreisen zu regeln, um die Bremskraft nach Bedarf zu modulieren. Sie sind direkt über den beiden Hauptbremszylindern angeordnet und bestehen aus einem kräftigen Elektromagnet, einem Anker mit Druckbolzen und einer Ventilkugel. Für die Vorderradbremse ist je ein 3-Wege- und ein 2-Wege-Magnetventil vorhanden (Bild 7), für die Hinterradbremse ein 3-Wege-



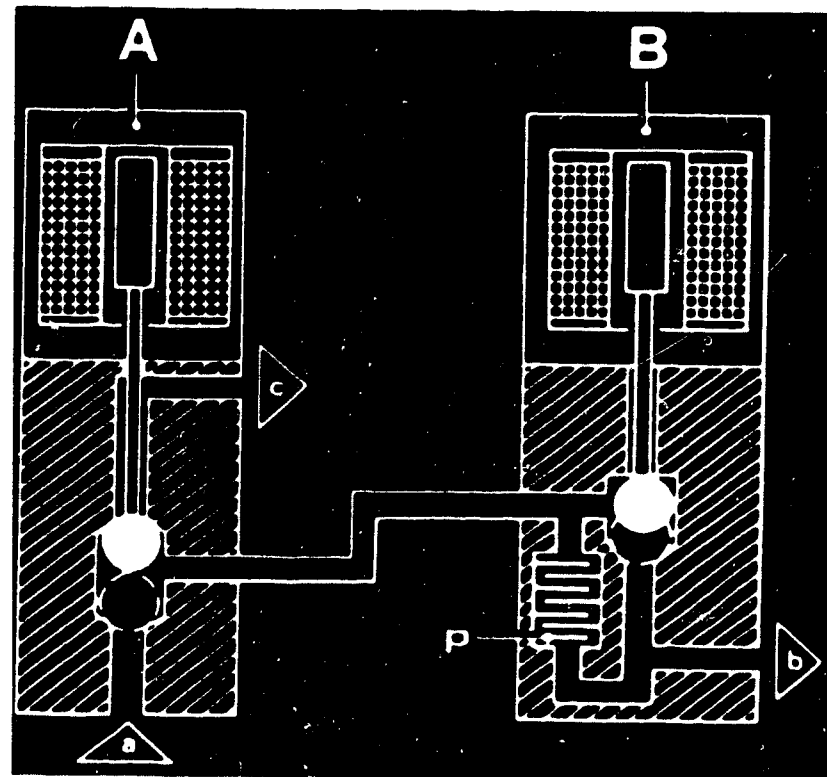
**Bild 6** Schema des Antiblockiersystems beim Peugeot 405 mit diagonal aufgeteilten Bremskreisen (ausgezogen und gestrichelt dargestellt). 1 Radbremszylinder – 2 Hauptbremszylinder – 3 hinterer Bremskraftregler – 4 Drehzahlsensoren an den Rädern – 5 elektronisches Steuergerät – 6 Steuer- oder Bremsdruckregelventile.



**Bild 7** Druckreglereinheit der Vorderräder: A Dreiweg-Ein- und Auslass Magnetventil – B Zweiweg-Begrenzungs-Magnetventil. a vom Hauptbremszylinder – b zu den Bremsen – c zum Bremsflüssigkeitsreservoir – p Drossel.



Magnetventil (Bild 8). Im vorderen 2-Wege-Magnetventil ist noch eine Schikane (p) vorhanden, die für einen langsameren Druckanstieg oder Abfall sorgt, wenn dies nötig ist. Die beiden Vorderradbremsen werden getrennt geregelt während die beiden Hinterradbremmen gemeinsam und gleichzeitig geregelt werden.



**Bild 7 Druckreglereinheit der Vorderräder:**  
A Dreiweg-Ein- und Auslass Magnetventil –  
B Zweiweg-Begrenzungs-Magnetventil.  
a vom Hauptbremszylinder – b zu den Bremsen – c zum Bremsflüssigkeitsreservoir – p Drossel.

**Bild 8 Druckreglereinheit der Hinterräder.**  
Dreiweg-Ein- und Auslass-Magnetventil.  
a vom Hauptbremszylinder – b zu den Bremsen – c zum Bremsflüssigkeitsreservoir – p Drossel – r Ventil – t tarierte Feder.

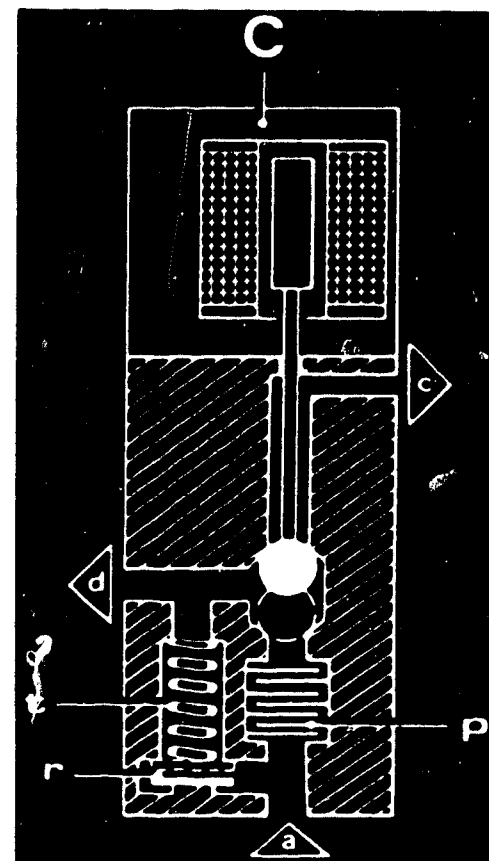
# I. Funktionsweise der beiden Magnetventile der Vorderradbremsen (Bild 7)

Druckverhalten	Magnetventil 1	Magnetventil 2	Druckweg
Rascher Anstieg	Ruhestellung	Ruhestellung	a nach b direkt
Langsamer Anstieg	Ruhestellung	Betätigt	a nach b über Schikane (p)
Rascher Abfall	Betätigt	Ruhestellung	b nach c direkt
Langsamer Abfall	Betätigt	Betätigt	b nach c über Schikane

# II. Funktionsweise des Magnetventils der Hinterradbremse (Bild 8)

Druckverhalten	Magnetventil	Sitzventil (r)	Druckweg
Rascher Anstieg	Ruhestellung	Ruhestellung	a nach d direkt
Rascher Abfall	Betätigt	Betätigt	d nach c direkt
Nachfolgender Anstieg*	Ruhestellung	Betätigt	a nach d über Schikane (Ventil 3a geschlossen)

\*immer der Fall



## a) Regelstellungen in den Magnetventilen der Bremskreise

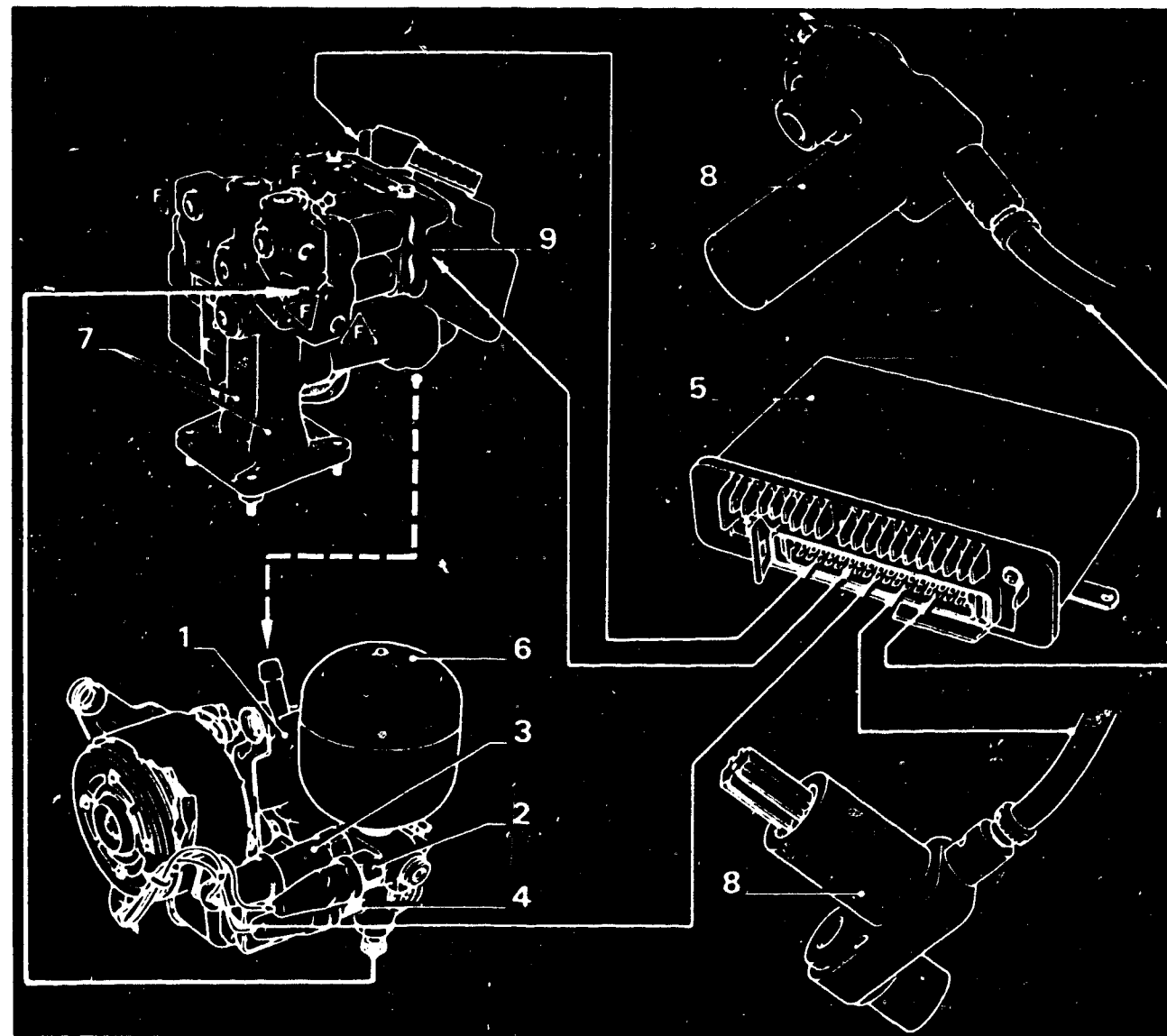
Je nachdem, ob ein rascher oder langsamer Druckanstieg oder -abfall erforderlich ist, fließt die Bremsflüssigkeit direkt oder über die erwähnte Schikane (p) durch das 2-Wege-Magnetventil der Vorderradbremmen. Dabei nehmen die Ventile folgende Schaltstellungen ein (Tabelle I oben).

## b) Regelstellungen in den Magnetventilen des hinteren Bremskreises

Bei den Hinterradbremmen verläuft die Regelung ähnlich, wie obige Tabelle II zeigt: Dabei werden die Magnetventile der beiden Hinterradbremmen gleichzeitig angesteuert.

#### 1.4 Die Raddrehzahl-Sensoren

Alle vier Räder sind mit Drehzahlsensoren ausgerüstet, die aus einem Magnetkern und einer Wicklung bestehen. Dabei haben die Vorderräder eine axiale und die Hinterräder eine radiale Abtastung (Bild 9). Der Abstand zwischen Verzahnung und Geber beträgt 0,5mm, ist aber nur vorn, hinten dagegen nicht einstellbar. Wenn sich die Zähne des Zahnkranzes am Magnet vorbeibewegen, verändert sich das Kraftlinienfeld. Dadurch wird in der Wicklung eine Wechselspannung induziert, deren Frequenz direkt proportional zur Raddrehzahl ( $1\text{ km/h} = 13,5\text{ Hz}$ ) ist. Die sinusförmigen Spannungssignale von 0,05 bis 2V werden über eine Kabelverbindung direkt dem Steuergerät zugeleitet.



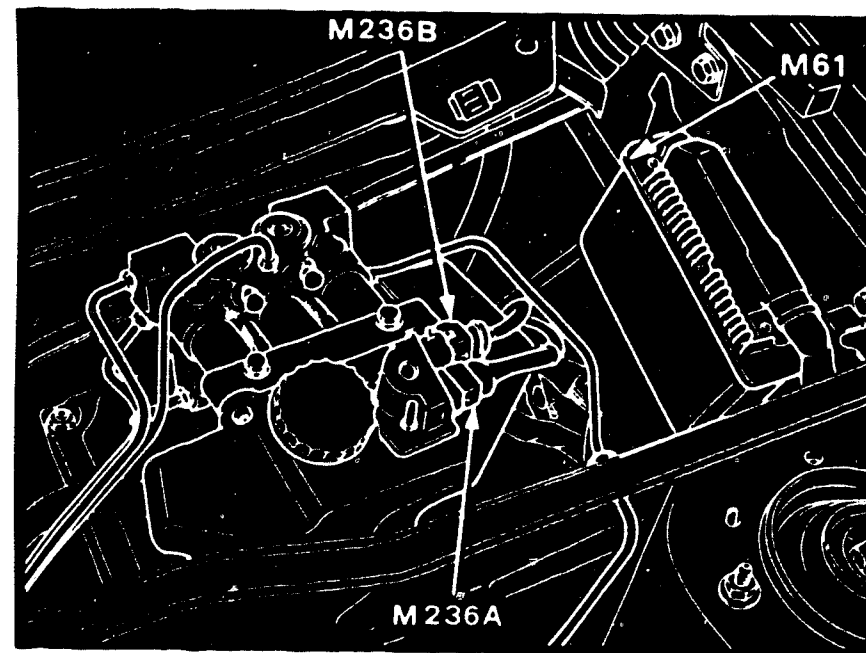
**Bild 9** Die Verbindung der Komponenten zur Einheit. 1 Hydraulikpumpe mit 2, 3 und 4 Druckschalter – 5 Steuergerät – 6 Druckspeicher – 7 Hauptbremszylinder – 8 Rad-sensoren – 9 Magnet-Steuerventile





### 1.5 Das elektronische Steuergerät

Dieses ist unmittelbar neben dem linken vorderen Federbeingehäuse (Bild 10) angeordnet und über einen 35poligen Stecker mit den verschiedenen Betätigungs- und Druckschaltern, den Sensoren, Warnleuchten und der Batterie verbunden. Das Gerät ist gegen Störungsspannungen durch Störfilter ( $\pm 300V$ ) geschützt, ebenso gegen Überspannungen (über 18V) im Bordnetz.



**Bild 10** Lage des Steuergerätes (M61) und der Bremsbetätigungseinheit im Motorraum des Peugeot 405.

M 236 A = Bremsflüssigkeitsschalter

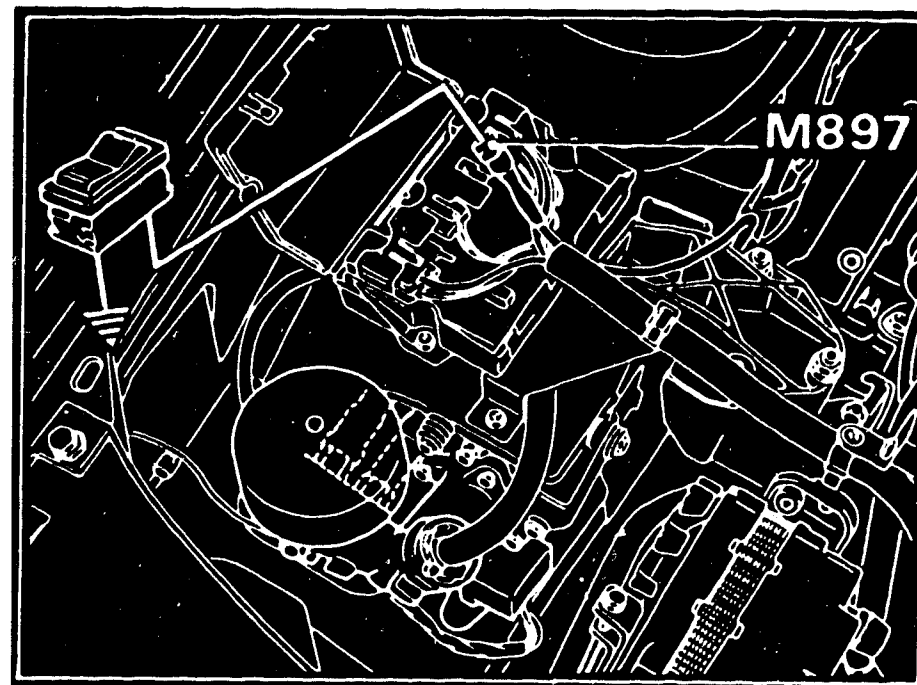
1. Warnstufe

M 236 B = Bremsflüssigkeitsschalter

2. Warnstufe

Das Steuergerät hat die Aufgabe, beim Bremsen die eintreffenden Raddrehsignale zu vergleichen, Geschwindigkeitsunterschiede und Schlupf zu berechnen und darauf die Magnetventile anzu-steuern, um eine Änderung des Bremsdruckes zu erreichen. Zudem beinhaltet das Gerät ein Eigendiagnosesystem, das das richtige Funktionieren der verschiedenen Bauteile überwacht und bei einer Störung die Warnlampe einschaltet. Fehler werden zudem im Steuergerät gespeichert und können an einem Prüfstecker, der sich im schwarzen Plastikkasten neben der Hochdruckpumpeinheit befindet (Bild 11), abgefragt werden.

**Achtung:** Der Stecker darf nie bei eingeschalteter Zündung vom Steuergerät abgezogen werden.

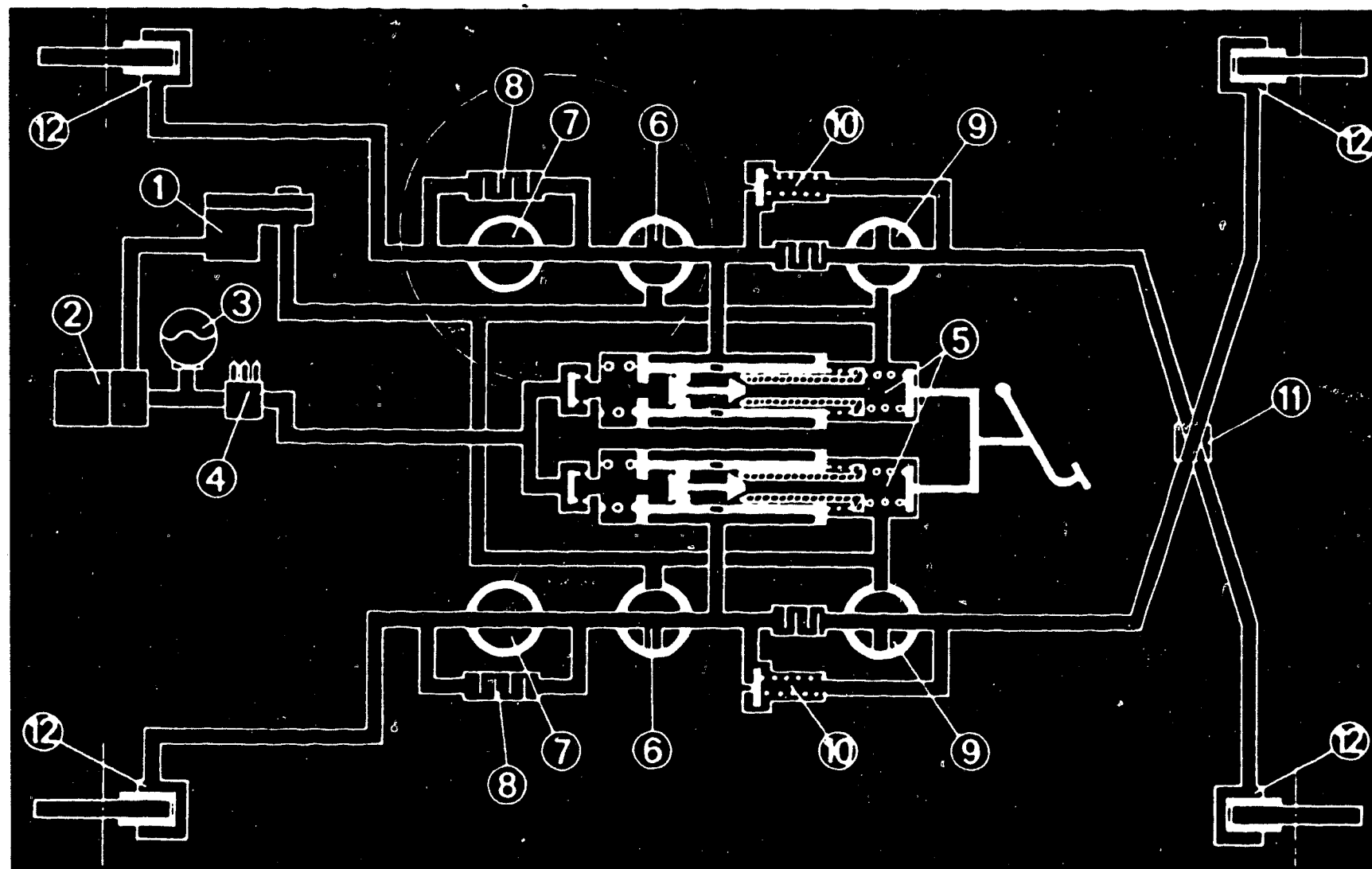


**Bild 11** Zur Eigendiagnose dient das Kabel M897, das über einen Tastschalter an Masse geschaltet wird. M. 897 ABS-Prüfanschluss.

## 2. Regelvorgänge bei ABS-Bremsungen

Beim Bendix-Antiskid sind die Komponenten des Antiblockiersystems in der normalen Bremsanlage mit Hochdruckversorgung integriert. Der Bremsdruck wird also immer vom Hochdrucksystem aufgebracht und beim normalen Bremsen durch die Hauptbremszylinder bemessen.

Die ABS-Komponenten, bestehend aus den Magnetventilen, den Radsensoren und dem elektronischen Steuergerät kommen nur zum Einsatz, wenn die Sensoren dem Steuergerät ungleichmässige Drehzahlverhältnisse (Schlupf) an den Rädern melden. Dann übernimmt das elektronische Steuergerät die Ansteuerung der Magnetventile, um den Bremsdruck im entsprechenden Bremskreis durch schnelles oder langsames Ablassen oder Druckerheben dem Schlupf oder den Adhäsionsverhältnissen des entsprechenden Rades anzupassen.

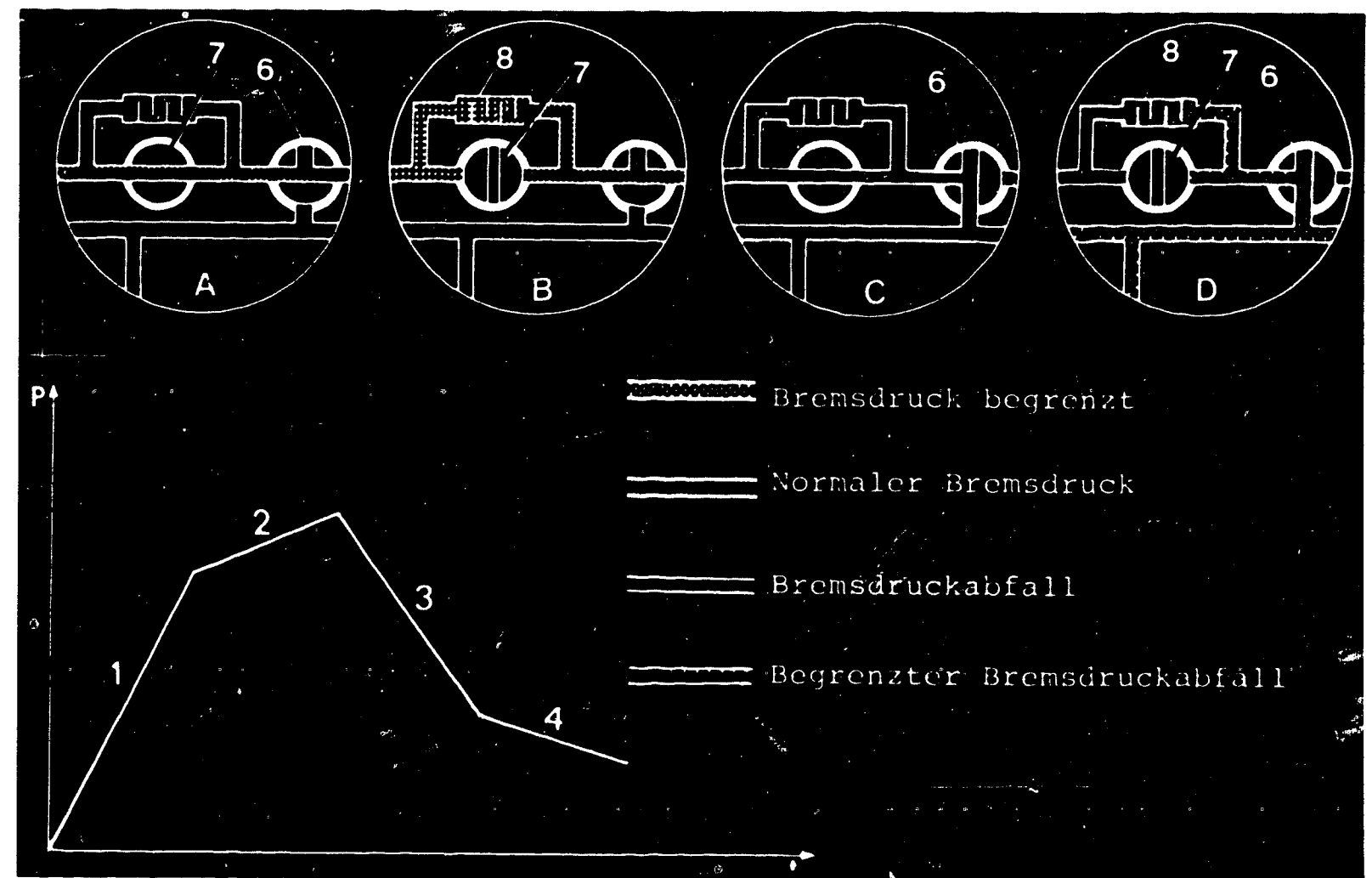


**Bild 12** Schema der kompletten hydraulischen Anlage der Bendix-Antiskid-Bremsen. 1 Bremsflüssigkeitsbehälter – 2 Hochdruckpumpe – 3 Druckspeicher – 4 Druckschalter – 5 Hauptbremszylinder – 6 Dreiweg-Magnetventil – 7 Umgehungs-schikane – 9 Dreiweg-Magnetventil hinten – 10 Umgehungsventil – 11 Bremskraftregler – 12 Bremszangen.

Bild 12 zeigt schematisch den Aufbau der gesamten hydraulischen Bremsanlage in Ruhestellung. Dabei erkennt man die diagonale Kreisaufteilung. Die Ventile (6, 7 und 9) sind in Ruhelage. Beim Bremsen kann die Bremsflüssigkeit ungestört von den beiden Hauptbremszylindern (5) zu den Radbremszylindern (12) und beim Lösen wieder zurück in diesen und das Reservoir (1) gelangen. Setzt bei beginnendem Blockieren eines Vorderrades, z.B. vorn rechts, die Bremsdruckregelung ein, spielt sich im Hydraulikkreis zur rechten Vorderradbremse folgendes ab (siehe Bild 13 in Verbindung mit Bild 12):



Das Ventil (7), das eben noch den vollen Durchfluss zum Radbremszylinder ermöglichte, schliesst. Der Flüssigkeitsdruck kann nur noch über die Schikane (8), die einen begrenzten Druckabfall zur Folge hat, zum Radbremszylinder (12) gelangen (B in Bild 13). Kann damit das Blockieren des Rades noch nicht verhindert werden, spricht das Ventil (6) an (C in Bild 13) und sperrt den Druck vom Hauptbremszylinder ab, während es gleichzeitig den Rücklauf zum Bremsflüssigkeitsreservoir freigibt (schneller Druckabfall). In einer Zwischenstellung (D in Bild 13) kann der Rückfluss durch Sperrung des Ventils (7) und Rückfluss der Bremsflüssigkeit über die Schikane (8) gedrosselt und somit die Bremse nur langsam gelöst werden (begrenzter Druckabfall). Die Steuerung der Ventile erfolgt in allen Fällen durch das elektronische Steuergerät. Die **Regelung** funktioniert bis hinunter zu einer Geschwindigkeit von 5-7 km/h. Darüber hinaus sorgt ein Überwachungssystem für eine Warnung des Fahrers bei Ausfall der Antiblockieranlage, und ein Prüfanschluss erlaubt, defekte Teile über codierte Signale festzustellen.



### Fehler an Steuergerät, Magnetventilen und Sensoren

Fehler	Folgen für das ABS
Elektronisches Steuergerät	
2 Hinterrad-Sensoren	ABS ausser Betrieb
1 Hinterradbremskreis-Magnetventil	
Hinterrad-Drehzahlgeber	Zweiter Sensor übernimmt Steuerung, ABS i.O.
1 Vorderrad-Drehzahlgeber	jeweiliges Vorderrad-ABS ausser Betrieb
1 Vorderradbremskreis E/A Magnetventil	
2 Vorderradsensoren	ABS für Vorderräder ausser Betrieb
2 Vorderradbremskreis-Magnetventile	

**Bild 13** Ventileinstellungen und Druckverhältnisse bei der Regelung des Bremsdrucks. A bei normalen Bremsen – B Bremsdruck wird begrenzt – C rascher Bremsdruckabbau – D begrenzter Bremsdruckabbau. 6, 7 und 8 bezeichnen die gleichen Ventile wie in Bild 12, im gestrichelten Kreis.



### 3. Fehlersuche und Behebung

#### 3.1 Notwendige Prüfgeräte

Zur Vereinfachung der Fehlersuche (Diagnostik) gibt es ein Testgerät Bezeichnung TAD99 (Bild 14), mit dem sich auch die Motronic prüfen lässt.

Das Gerät ist aber nicht unbedingt erforderlich, denn die Diagnose kann auch mit Hilfe eines einfachen Schalters, mit dem der ABS-Prüfanschluss an Masse geführt wird (Bild 11), vorgenommen werden. Die Blinkcodes müssen dann an der ABS-Kontrolllampe (L39) am Armaturenbrett abgelesen werden (Bild 15).

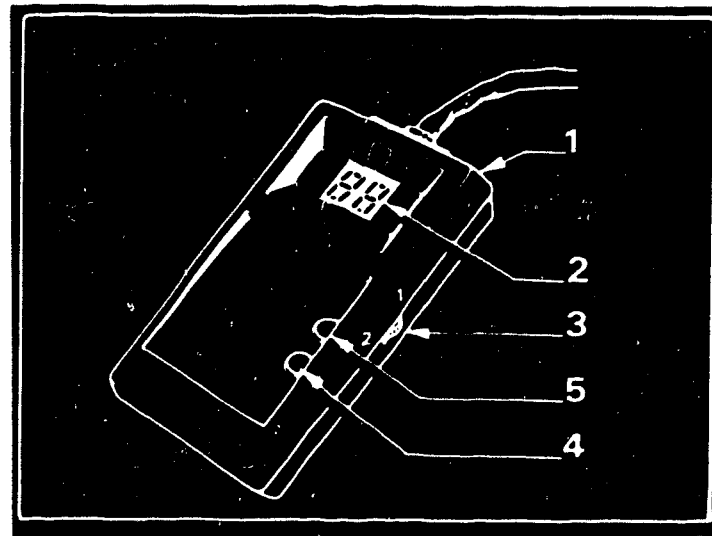


Bild 14 Zur schnellen und einfachen Durchführung der Eigendiagnose gibt es dieses Testgerät TAD 99. 1 Gerät – 2 Digitalanzeige – 3 Schalter mit zwei Stellungen (1) ABS – (2) Motronic – 4 Betätigungstaste – 5 Löschtaste (rot) für Speicher.

Zur Kontrolle der Entlüftung und zur Prüfung des Bremsdruckreglers muss unbedingt ein Manometer vorhanden sein. Am zweckmässigsten ist ein Doppelmanometer (Bild 16), mit dem sich an beiden Bremskreisen gleichzeitig Druckmessungen vornehmen lassen.

#### 3.2 Vorsichtsmassnahmen

Der Stecker des elektronischen Steuergerätes darf keinesfalls abgezogen werden, solange das System unter Spannung steht (Zündung oder Zubehör eingeschaltet).

Prüfungen an den verschiedenen Klemmen des Steuergerätes haben am abgezogenen Stecker zu erfolgen.

Bei Überspannungen ( $> 18V$ ) fällt das ABS aus. Das Gerät erleidet dabei zwar keinen Schaden, schaltet sich aber erst wieder bei Normalspannung (12V) zu.



Bild 15 Die beiden Warnlampen am Armaturenbrett L13 = Bremswarnleuchte (Zeigt Störungen am hydraulischen Teil) – L39 ABS-Kontrolllampe.

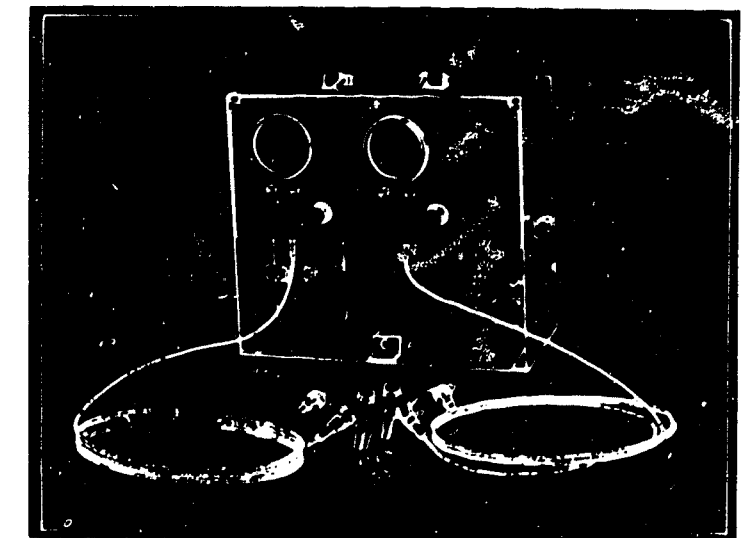


Bild 16 Druckmessgerät mit zwei Manometern, die ein gleichzeitiges Messen des Hydraulikdruckes in beiden Bremskreisen erlaubt.



### III. Fehlersuchtablelle

#### Stromversorgung des elektronischen Steuergerätes (M 61)

##### Vorzunehmende Messung

Ohmmeter zwischen Kl. 2, 27, 20 und 3 des Steuergerätes und der Fahrzeugmasse anschliessen  
 Voltmeter zwischen Kl. 26 und 3 des Steuergerätes anschliessen.  
 Zündung einschalten

##### Sollwert

Widerstand  
 $< 1 \Omega$   
 Spannung  
 $> 12 \text{ V}$

##### Zu prüfende Organe

Widerstand der Leitungen  
 ABS-Warnlampe  
 Sicherung F 5 (10 A)  
 Widerstand der Leitungen  
 Sicherung F 12 (10 A)  
 Widerstand der Leitungen

Voltmeter zwischen Kl. 2 und 3 des Steuergerätes anschliessen.  
 Zündung einschalten

Spannung  
 $> 12 \text{ V}$

#### Sicherheitsrelais M 49

Ohmmeter zwischen Kl. 8 und 19 des Steuergerätes anschliessen

Widerstand  
 $50 \dots 60 \Omega$

Widerstand der Leitungen  
 Sicherheitsrelais 49

#### Raddrehzahlsensoren (Widerstandsmessung)

Ohmmeter an den nachfolgenden aufgeführten Klemmen (oder bei Falschanzeige direkt am Stecker des Senors) anschliessen.

Drehzahlgeber h r 17 und 34  
 Drehzahlgeber h l 15 und 32  
 Drehzahlgeber v r 16 und 33  
 Drehzahlgeber v l 18 und 35

Widerstand jedes einzelnen  
 Sensors =  $1 \dots 1,4 \text{ k} \Omega$

gegebenenfalls Stecker  
 und Kabelverbindung prüfen.  
 Prüfung mit neuem Sensor durchführen.

#### Raddrehzahlsensoren (Spannungsmessung)

Voltmeter an den abgenannten Klemmen anschliessen  
 und Rad pro s ca. 1 mal drehen.

Spannung  $0,05 \dots 2 \text{ V}$

Sensorbefestigung, Luftspalt  
 Zahnring-Zustand und Befestigung

#### Magnetventile/Widerstände

Ohmmeter nacheinander zwischen folgende Klemmen schliessen

4-3, 5-3, 21-3,  
 22-3, 23-3, 24-3.

Widerstand  
 $2 \dots 4 \Omega$

Bei Abweichungen, Prüfung mit anderer  
 Bremsbetätigungseinheit durchführen.  
 Bei einwandfreien Ergebnis Steuerein-  
 heit M 49 prüfen.  
 Widerstand der Leitungen

#### Funktion

Fahrzeug anheben ( um Räder drehen zu können).  
 Zündung einschalten und ausschalten der Pumpe abwarten.  
 Zündung ausschalten  
 Kl. 2 und 19 sowie 8 und 27 miteinander verbinden.  
 Bremspedal drücken, Zündung einschalten

Räder müssen blockieren



IV. Fehlersuchtablelle (Fortsetzung)

Ein-, Auslass-Magnetventile

l Vorderrad: Kl. 22 an Masse legen  
r Vorderrad: Kl. 5 an Masse legen  
l Hinterrad: Kl. 23 an Masse legen  
r Hinterrad: Kl. 24 an Masse legen

entsprechendes Rad  
muss frei sein

Bei abweichendem  
Ergebnis, Prüfung mit  
anderer Bremsbetäti-  
gungseinheit durchführen.

Begrenzungsmagnetventile

Zündung einschalten  
l Vorderrad: Kl. 21 an Masse legen  
r Vorderrad: Kl. 4 an Masse legen

Funktion des Magnetventils  
hörbar

Stromversorgung der Hydraulikpumpe

Voltmeter an Leitung 1 B des Pumpensteckers anschliessen

Spannung  
> 12 V

30 A-Sicherung  
Stromdurchgang der Leitungen  
Sicherheitsrelais M 49

Voltmeter an Kl. 33 B des Steckers anschliessen, Zündung einschalten

Spannung  
> 12 V

10 A-Sicherung F 12  
Stromdurchgang der Leitungen  
Niveauwarnschalter M 236 B

Ohmmeter zwischen Kl. M1 und Fahrzeugmasse anschliessen

Widerstand  
< 1 Ω

Stromdurchgang der Leitungen prüfen

Bremswarnlicht, ABS-Warnlampe, Sicherheitsdruckschalter

Zündung einschalten  
Abschalten der Pumpe abwarten

Warnleuchten  
ausgeschaltet

Niveauschalter M 236 A abziehen und Klemmen

Bremswarnlicht brennt

miteinander verbinden.  
Niveauschalter M 236 A wieder anschliessen

Niveauschalter (2. Stufe) M 236 B abziehen.  
Bremspedal mehrmals drücken.  
Prüfen, bei welchem Druck die Lampe aufleuchtet  
Niveauschalter M 236 B wieder anschliessen

Warnlampe leuchtet  
bei ca. 90 bar auf

Warnlampen erlöschen,

Hydraulikpumpe  
funktioniert

Prüfen:  
Niveauschalter M 236  
Bremswarnlicht-Relais P 758  
Prüfen: Lampe der Warnleuchte,  
Sicherung F5,  
Stromdurchgang der Leitung  
Prüfen:  
Lampe der ABS-Leuchte  
Niveauschalter M 236 B  
Bremswarnlicht-Relais P 758  
Stromdurchgang der Leitungen  
Prüfung mit neuer Hydraulikpumpe  
durchführen



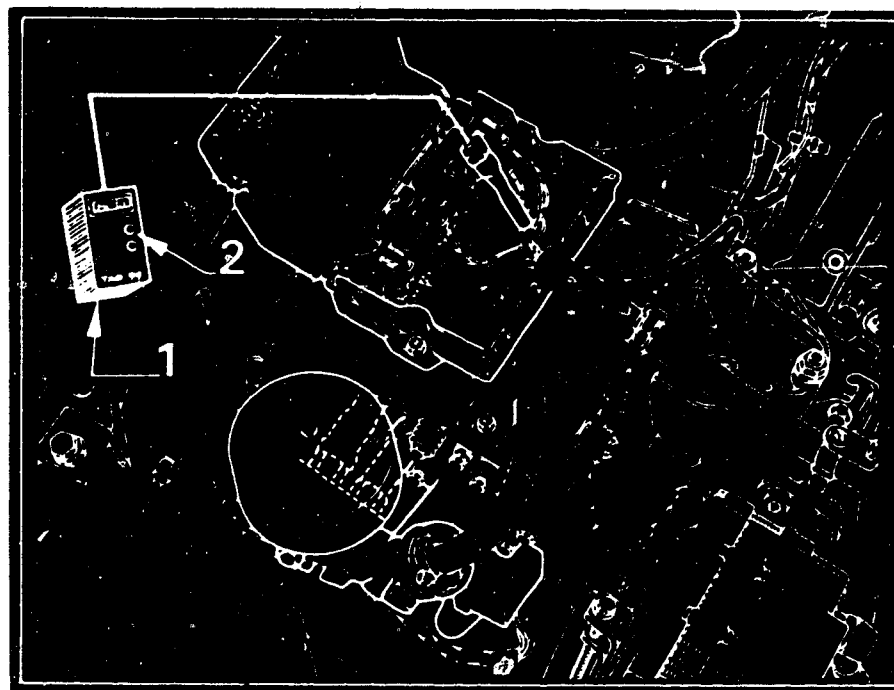
### 3.3 Eigendiagnose

**a) Selbstdiagnose des Systems** beim Einschalten der Zündung prüft sich das System zuerst in zwei Stufen selbst (siehe Schema in Bild 20). Erste Stufe: Kl.-26-Steuergerät, ABS-Warnlampe L39, 10-A-Sicherung P 706 A, Stromkreis. Zweite Stufe: Sicherheitsrelais M 49 A, Spannungen an Kl. 21, 22, 23, 24, 4 und 5, Relais M 49 A Magnetventile M 49 B, Stromkreis, Diode (Kl. 26). Die ABS-Warnlampe brennt während der 3s dauernden, sich dreimal wiederholenden Selbstprüfung und erlischt, wenn alles i. O. ist. Sie bleibt auch nach dem Anlassen gelöscht, wenn kein Fehler – ausgenommen an den Drehzahlsensoren, die erst nach einigen Radumdrehungen überprüft werden – vorhanden ist.

Erlöscht die ABS-Warnleuchte nicht, kann einer der folgenden Fehler vorliegen:

#### **b) Störungssuche mit Testgerät oder Kippschalter**

Wird an dem im schwarzen Plastikkasten vorhandenen Prüfstecker M 897 (Bild 11 oder 17) ein Kippschalter (oder der speziell erhältliche Tester «TAD99») angeschlossen, kann an der ABS Warnlampe (oder direkt am Tester) ein Fehlercode abgefragt werden. Der Kippschalter ist am Ausgang an Masse zu legen. Zur Abfrage ist bei eingeschalteter Zündung der Kippschalter während mindestens 3s zu drücken und dann die Warnlampe zu beobachten. Bild 18 zeigt diesen Vorgang bildlich. Der Tabelle (V Seite G4) kann die Aufschlüsselung der Blinkcodes entnommen werden.



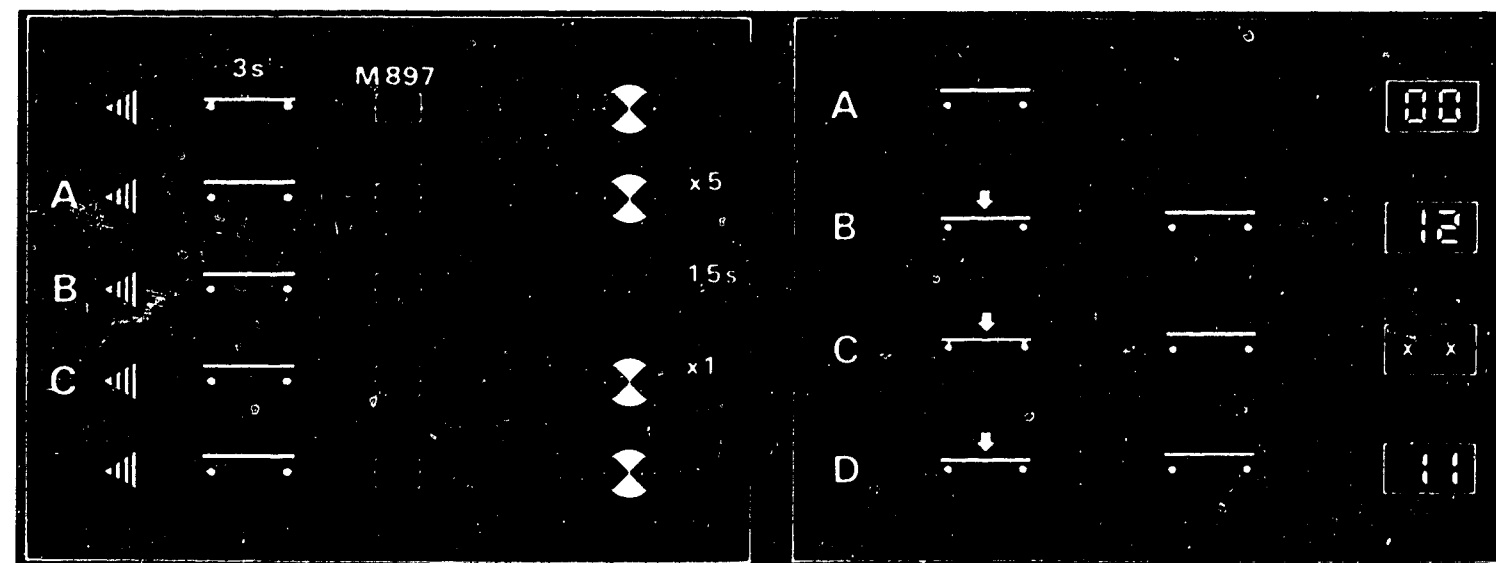
*Bild 17 Zur Fehlersuche (Diagnose) gibt es auch ein Prüfgerät (1), mit dem beim Betätigen der Drucktaste (2) der Zahlencode abgefragt werden kann. Dieser wird direkt auf dem Gerät angezeigt.*

Wenn Fehler in dynamischem Zustand auftreten, darf die Zündung nur auf die Stellung «Zubehör» ausgeschaltet werden, damit der Fehler gespeichert bleibt. Wird er versehentlich gelöscht, muss wieder eine Probefahrt durchgeführt werden.

### 3.4 Fehlersuche

Wenn die ABS-Warnlampe während einer (Probe-)Fahrt aufleuchtet, soll die vorerwähnte Diagnose vorgenommen werden. Brennt die Warnlampe in der Zubehörsstellung nicht oder dauernd, sind die in den beiden Störungstabellen (Seite F25/26 und F27/28) aufgeführten Prüfungen durchzuführen.

*Bild 18 Die Bilder zeigen das Prüfverfahren links mit der fahrzeugeigenen ABS-Warnleuchte, rechts mit dem Testgerät, das direkt den Zahlencode angibt.*



**Kontrollen an den Anschlüssen des elektronischen Steuergerätes**

Auf keinen Fall den Stecker abziehen solange das System unter Spannung ist. Messspitzen nicht in den Stecker einführen, sondern zuerst Steckerschutz abnehmen und Messungen an den Leistungseingängen vornehmen. Nach dem Abnehmen des Steckschutzes sind auch die Nummerierungen sichtbar.

**3.5 Prüfung der Sensoren**

Nach einem vorgenommenen Ausbau der Sensoren müssen nur die vorderen Sensoren eingestellt werden. Dazu ist zwischen Zahnkranz (7 in Bild 16) und Drehzahlgeber (1) eine 0.5mm dicke Blattlehre einzufügen, der Sensor leicht auf die Blattlehre zu drücken und die Schraube (6) festzuziehen.  
Die Sensoren müssen einen elektrischen Widerstand von 1000 bis 1400Ω haben. Dieser lässt sich an folgenden Klemmen am Steuergerät messen:

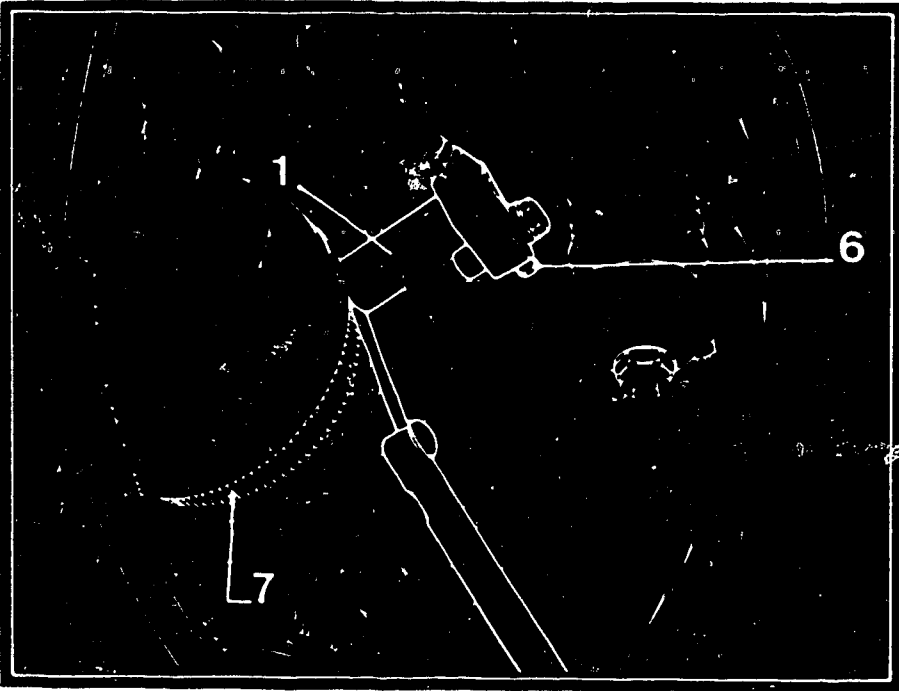


Bild 19 Das Einstellen des Drehzahlensensors an einem Vorderrad. 1 Sensor – 6 Fixierschraube – 7 Zahnkranz.

- Sensor hinten rechts Klemmen 17 und 34
  - Sensor hinten links Klemmen 15 und 32
  - Sensor vorne rechts Klemmen 16 und 33
  - Sensor vorne links Klemmen 18 und 35
- An den gleichen Klemmen lässt sich beim Drehen der Räder auch das Spannungssignal messen. Es soll zwischen 50 und 2000mV (0.05 und 2V) liegen.

Tabelle V: Aufschlüsselung der Blinkcodes

Blinkcode Zehner Einer	Fehlerhaftes Bauteil	Bemerkungen
1 3	13	Elektronisches Steuergerät
1 4	14	Bremsflüssigkeits Niveau Bremsdruck Steuerung Hydrauliksystem
2 3	23	Diode der Kontrolllampe Elektr. Verbindung
2 4 2 5 3 1 3 2	24 25 31 32	Elektrische Verbindung zwischen elektronischem Steuergerät Radsektor Rad Sensor Widerstand
3 3 3 4 3 5 4 1	33 34 35 41	Radventoren Signal dynamisch
4 2 4 3 4 4 4 5 5 1 5 2	42 43 44 45 51 52	Elektromagnet Ventile



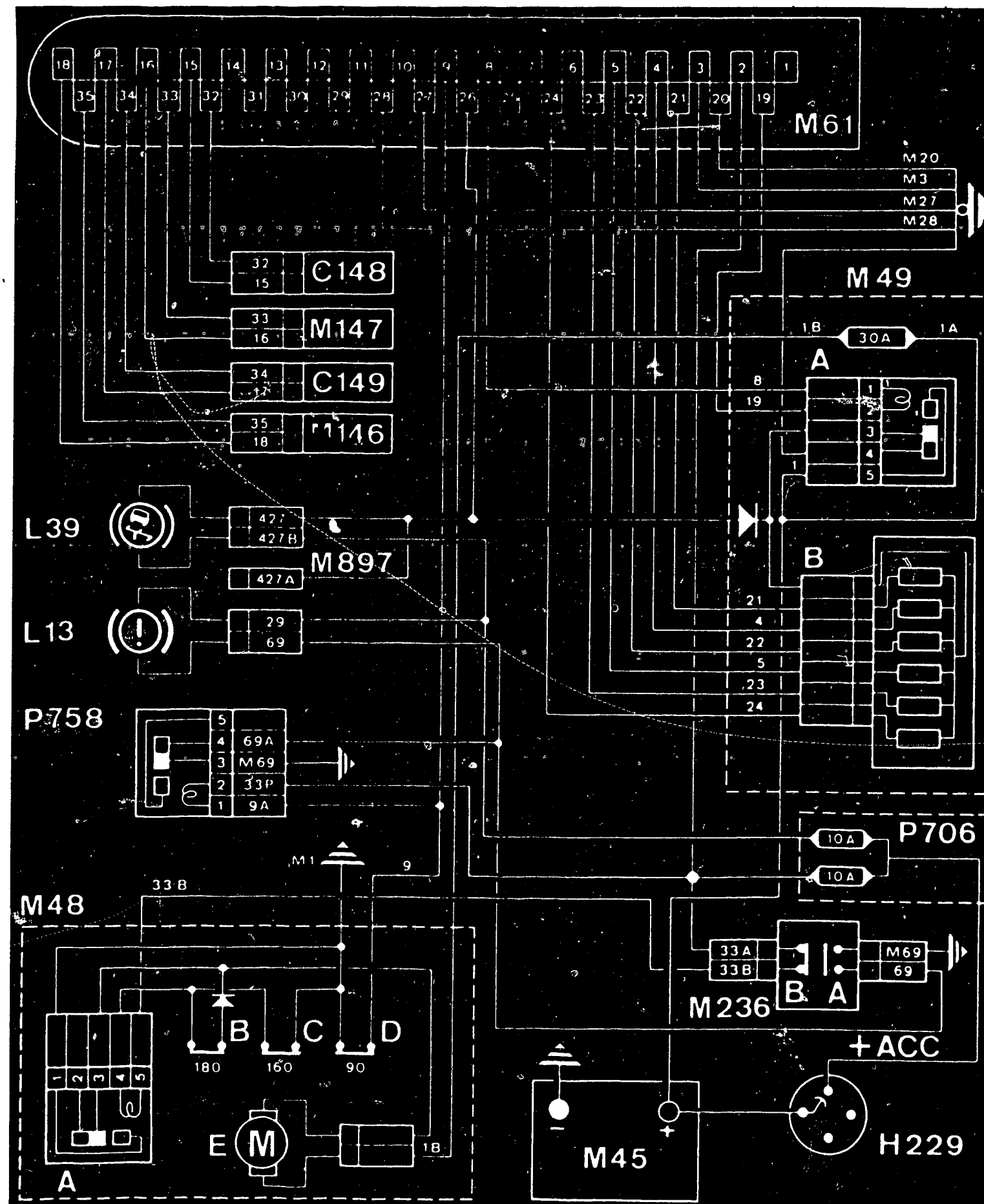


Bild 20 Schema des elektrischen Teils der Anlage. Es bedeuten: C148 ABS-Sensor hinten links, C149 ABS-Sensor hinten rechts, L13 Bremswarnleuchte, L39 ABS-Warnleuchte, M45 Batterie, M46 Batterie-Anschlusseinheit, M48 Hydraulikpumpeneinheit, M49 Steuereinheit, M61 Elektronischer Regler, M146 ABS-Sensor vorn links, M147 ABS-Sensor vorn rechts, M236 Behälterwarnschalter, M897 ABS-Prüfanschluss, P165 Kombiinstrument, P706 Schaltungsplatine, P758 Bremswarnleuchtenrelais.

**G5**

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



**G6**

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



## 4. Wartungsarbeiten und Fehlerbehebung

Die Bremsanlage steht unter hohem Druck. Daran ist zu denken, bevor man am Bremsaggregat Schrauben löst. Hinsichtlich des elektronischen Steuergerätes gelten die allgemein bei elektronischen Bauteilen zu beachtenden Vorsichtsmassnahmen.

### 4.1 Entlüften

Diese Arbeit ist sehr wichtig und muss besonders sorgfältig durchgeführt werden. Grundsätzlich kann das System ohne oder mit einem Entlüftergerät entlüftet werden. Dieses ist am Niederdruck-Versorgungsschlauch anzuschliessen. Zum Entlüften sind vorteilhaft zwei auffangbehälter zu verwenden.

#### a) Inbetriebnahme der Hydraulikpumpe

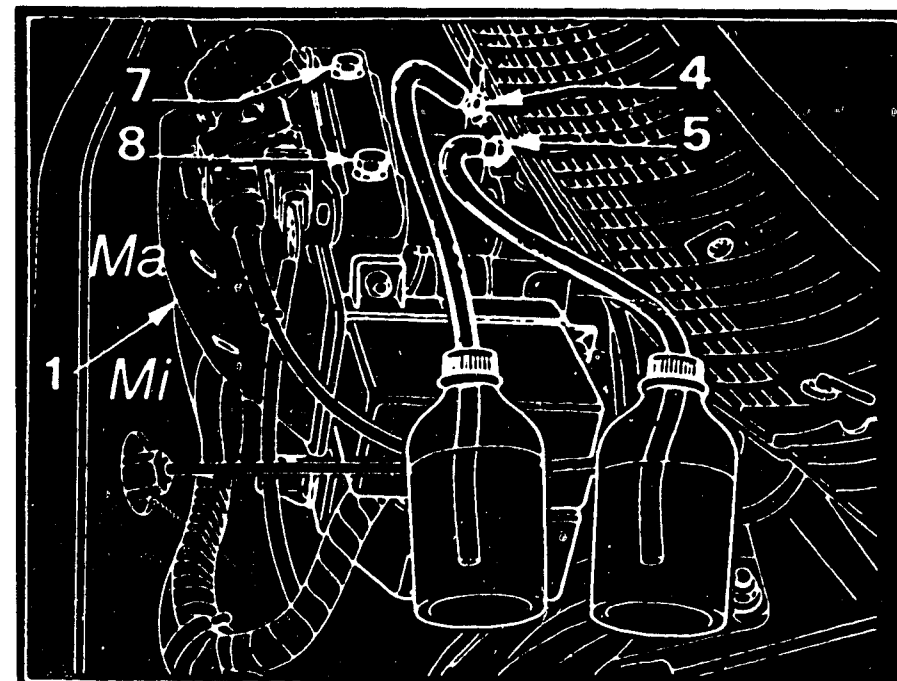
War die Hochdruckpumpe ausgebaut, ist zuerst der Reservebehälter bis zur Maximalmarke zu füllen (Bild 21). Dann öffnet man die Entlüftungsschrauben 7 und 8 (Bild 19) um eine Umdrehung. Bei durchgedrücktem Bremspedal ist die Zündung einzuschalten und die Hochdruckpumpe 30s in Betrieb zu setzen. Hierauf schliesst man die Schrauben wieder, schaltet die Zündung aus und lässt das Bremspedal los.

**Bild 21** Vorgänge beim Entlüften. 1 Bremsflüssigkeitsbehälter: Ma = Maximum, Mi = Minimum – 4 und 5 äussere Entlüftungsschrauben – 7 und 8 innere Entlüftungsschrauben.

#### b) Ohne Entlüftergerät

schliesst man zuerst an den Entlüftungsschrauben 4 und 5 Auffangbehälter an. Dann öffnet man die Entlüftungsschraube 4, bis Bremsflüssigkeit austritt, schliesst sie wieder und lässt das Bremspedal los.

- Gleichen Vorgang an den Entlüftungsschrauben 5, 7 und 8 ca. 10mal wiederholen.
- Darauf Entlüftungsschrauben 4 und 5 öffnen, Hydraulikpumpe mit Zündung einschalten und Entlüftungsschrauben schliessen, sobald die Bremsflüssigkeit blasenfrei austritt. Das Abschalten der Hochdruckpumpe abwarten.
- Anschliessend können die vorderen und hinteren Radbremszylinder normal entlüftet werden. Dabei ist das Bremspedal nur mässig zu drücken.

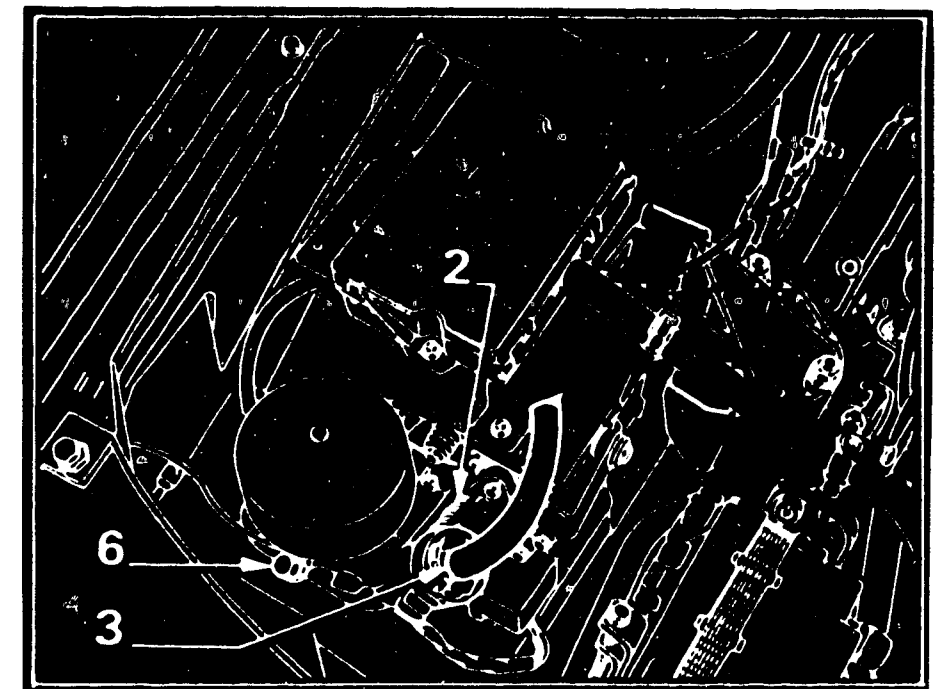


#### c) Abschliessende Arbeiten

(Entlüften durch Pedalbetätigung). Durch Lösen der Druckablassschraube 6 (Bild 22) um  $\frac{1}{2}$  Umdrehung ist der Druck im Hochdrucksystem abzulassen. **Achtung:** Niveau im Reservebehälter steigt. Nach dem Wiederanziehen ist das Bremspedal zu drücken und ein Auffangbehälter an die zu öffnenden Schrauben 4 und 5 anzuschliessen. Der Entlüftungsvorgang ist mehrmals zu wiederholen. Abschliessend sind die Entlüftungsschrauben 4, 5, 6, 7 und 8 auf festen Sitz zu prüfen und der Bremsflüssigkeitsstand im Reservebehälter in Ordnung zu bringen.

**NB:** Nach einer Instandsetzung ist die Zündung einzuschalten und eine Kontrolle gemäss 3.1 durchzuführen.

**Hinweis:** Bei Fehlern im Hydrauliksystem brennt die Bremswarnlampe (Handbremse gelöst) zusammen mit der ABS-Warnlampe, z. B. wenn Hydraulikdruck zu niedrig (< 90bar) oder die Bremsflüssigkeit ungenügend ist.



**Bild 22** Vorgänge beim Auswechseln und Entlüften der Hydraulikpumpe. 2 Pumpe – 3 Versorgungsanschluss – 6 Druckablassschraube.

**G7**

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



**G8**

Werkstatt-Service  
Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



**d) Kontrolle der Entlüftung durch eine Druckmessung**

Nach dem Entfernen der Räder sind zwei Manometer an den Vorderrad-Bremssätteln (Bild 23) anzuschliessen (M10 x 100) und diese durch Einschalten der Zündung mit der Hydraulikpumpe zu entlüften. Dann wird die Ablassschraube 6 (in Bild 22) um  $\frac{1}{2}$  Umdrehung geöffnet (Achtung: Niveau steigt), um den Druck abzubauen, und anschliessend wieder geschlossen.

- Bei grösstmöglichem Druck auf das Bremspedal muss an den Manometern ein Druck von 60bar erreicht werden. Andernfalls ist das System nochmals zu entlüften.
- Nach dem Abbau der Manometer sind die vorderen Radbremszylinder nochmals zu entlüften.

**4.2 Bremsdruckregler**

Die Bremslage ist noch mit einem festgestellten (bei Vergasermotoren) oder lastabhängigen (Einspritzmotoren) Bremsdruckregler für die Hinterradbrem-sen ausgerüstet. Dieser verhindert bei ei-nem Ausfall des ABS das überbremsen der Hinterräder und beugt so einem Schleudern vor. Der Bremskraftregler kann nach dem Anbringen von je einem Manometer im vorderen und hinteren Bremskreis gemäss den Angaben in der obigen Tabelle geprüft werden.

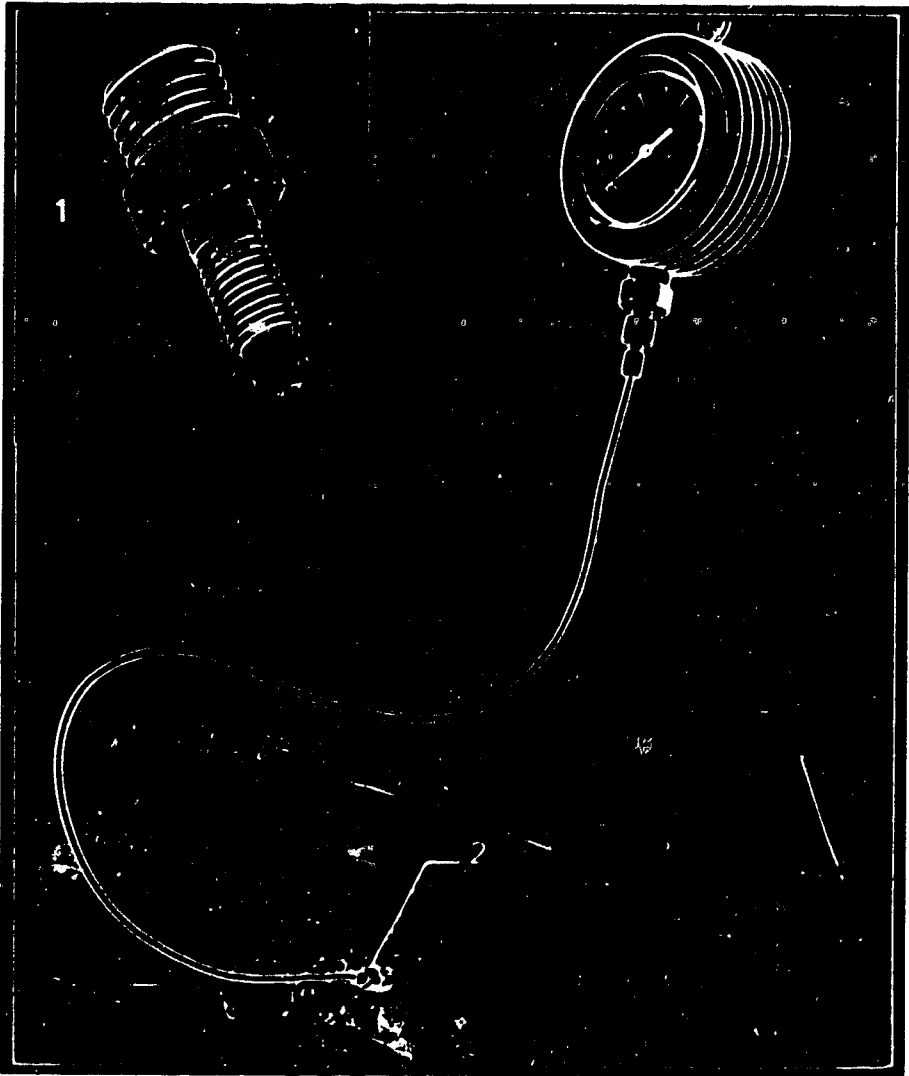
**Bremsdruckregler – Abregeldrücke**

Bei Vergasermotor nicht lastabhängig

Bremsdruck	vorn	hinten
(bar)	25	25
	50	40 ± 2
	90	45 ± 2

Bei Einspritzmotoren: bei leerem Fahrzeug, ( ) = voll beladen

(bar)	10 (10)	10 (10)
	90 (90)	33 ± 2 (38 ± 2)



*Bild 23 Das Anschliessen eines Druckma-nometers zur Druckprüfung. Vor dem An-schliessen an der Entlüfterschraube (2) ist das System druckfrei zu machen.*



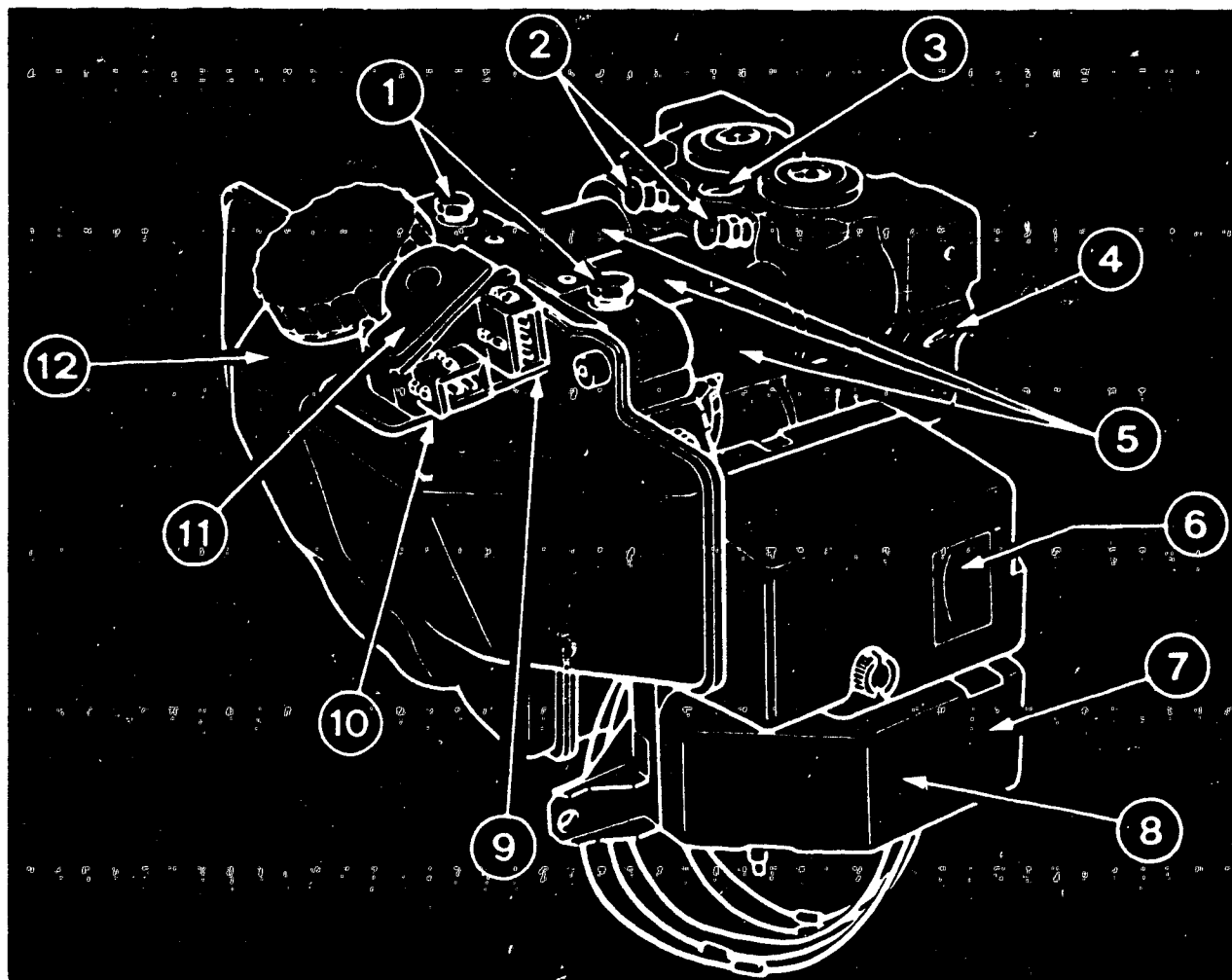


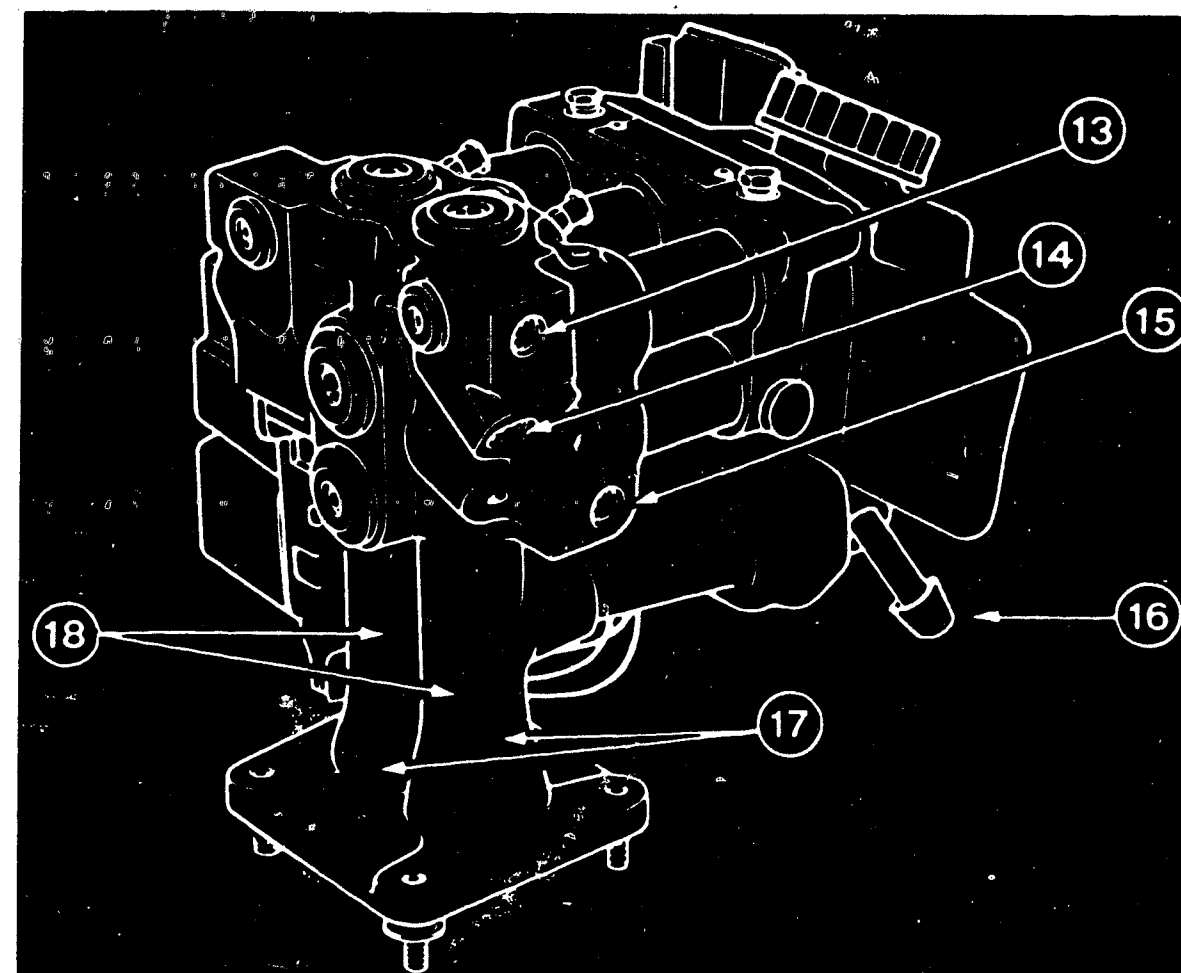
Bild 24 und 25 Die wichtigsten Anschlüsse und Teile der Bremsbetätigungseinheit:  
 1 Interne Entlüftungsschrauben – 2 Externe Entlüfterschrauben – 3 Anschlussgewinde für hl – 4 dito vl – 5 Elektromagnetventile – 6 Sicherung (30 A) der Elektropumpe – 7 Hauptrelais – 8 Diode der ABS-Kontrollampe – 9 Stecker Bremsflüssigkeitsniveau – 10 dito Stecker 1 – 11 Niveaugeber – 12 Bremsflüssigkeitsbehälter – 13 Eingang Hochdruck – 14 Anschlussgewinde vr – 15 dito hr – 16 Verbindungsschlauch zur Hydraulikpumpe – 17 Innenteile der Hauptbremszylinder – 18 Hauptbremszylinder.

# Schraubenanzugsdrehmomente

Befestigungsschraube Drehzahlsensor v/h  
 Einstellschraube vorderer Drehzahlsensor  
 Druckablassschraube an der Hydraulikpumpe  
 Vordere Bremssattelbefestigung (DB 4)  
 (Girling)

Hintere Bremssattelbefestigung  
 Radschrauben Stahl/Alu

Nm  
 10  
 3  
 9 ± 1  
 120  
 35  
 35  
 85



G11

Werkstatt-Service  
 Bendix-Antiblockier-Bremssysteme



G12

Werkstatt-Service  
 Bendix-Antiblockier-Bremssysteme

